تكنولوجيا الإنتاج المتميز للطماطم

سلسلة الإنتاج المتميز لمحاصيل الخضر
وكيفية التعامل مع تحديات إنتاجها وتصديرها

تكنولوجيا الإنتاج المتميز للطماطم

تأليف

أ.د. أحمد عبد المنعم حسن

أستاذ الخضر

كلية الزراعة – جامعة القاهرة

يطلب من كبرى دور النشر والمكتبات بمصر والعالم العربى

الطبعة الأولى ٢٠١٨

حسن، أحمد عبد المنعم
تكنولوجيا الإنتاج المتميز للطماطم / تأليف أحمد عبد المنعم حسن.
ط1.- القاهرة: - 2018 م
208 ص, 17 × 24- (سلسلة الإنتاج المتميز لمحاصيل الخضر).
تدمك: 9- 173 – 726 – 977 - 978
1. **الخضر**
2. **الطماطم**
أ. **العنوان**

الطبعة الأولى
1439هـ - 2018م

رقم الإيداع: 2018/5746
تدمك: 9- 173 – 726 – 977 - 978

توزيـــع

القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع 50 شارع الشيخ ريحان–عابدين 27928980
الدار العربية للنشر والتوزيع الحديثة (دربالة)
الجيزة : المكتبة الأكاديمية.
الإسكندرية: منشأة المعارف.
المنصورة: المكتبة العصرية .

وكذلك يطلب من كبرى دور النشر والمكتبات بمصر والعالم العربى

المقدمة

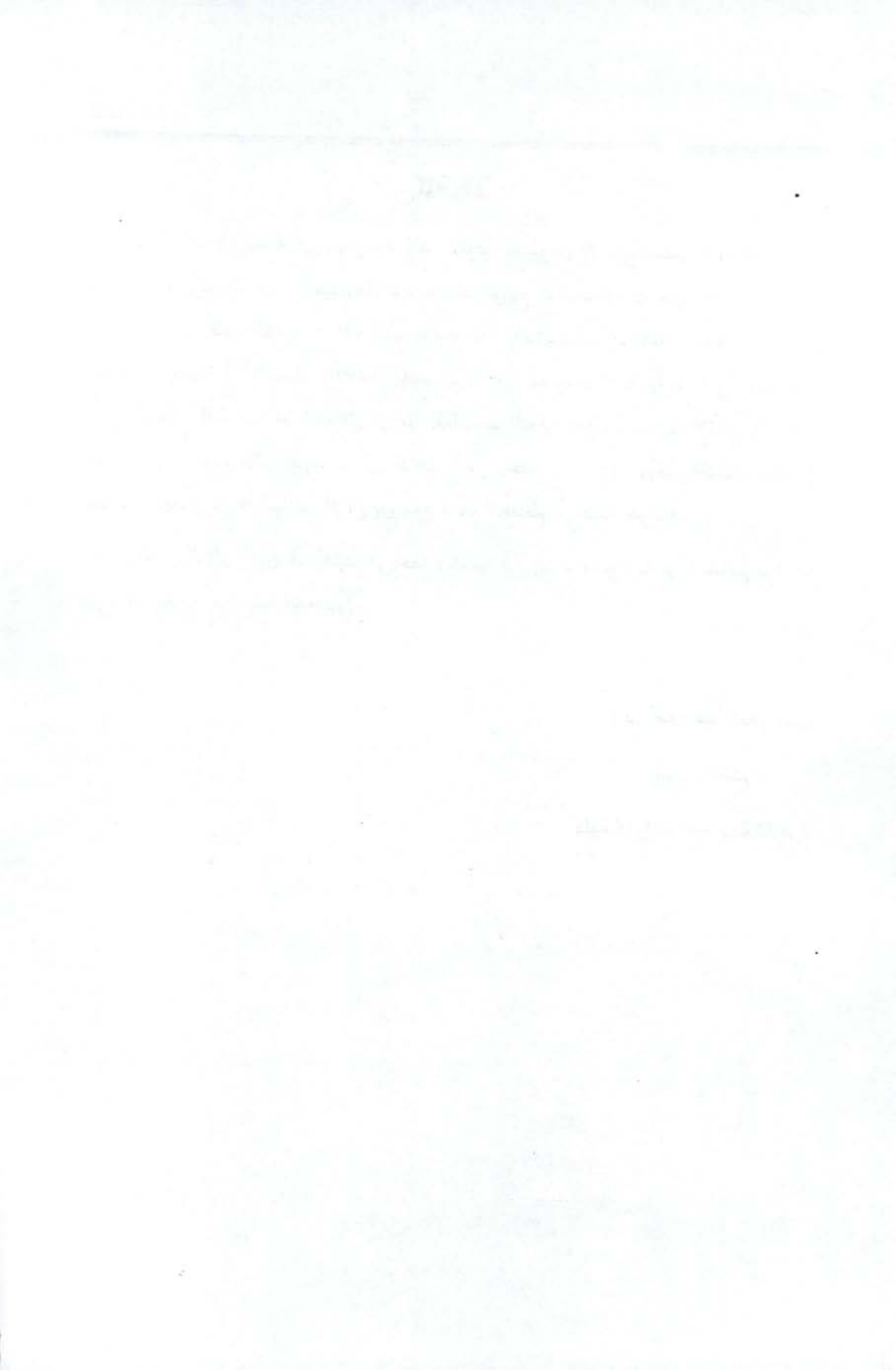
نظرًا للزيادة الهائلة فى المعلومات التى تتوفر بخصوص الإنتاج المتميز للطماطم وكيفية مواجهة تحديات إنتاجها وتصديرها، فقد فضلت توزيع تلك المعلومات على كتابين، يتناول أولهما — وهو هذا الكتاب — التعريف بالمحصول واحتياجاته، ومختلف عمليات الإنتاج والخدمة، وصولاً إلى الحصاد والتداول والتخزين، وهى معلومات أساسية لا غنى عنها لكل دارس أو مُنتج للطماطم. أما الكم الهائل من المعلومات المتوفرة حول تحديات الإنتاج والتصدير وكيفية مواجهتها، فقد تناولناها فى كتاب آخر (حسن ٢٠١٨). ويُعد الكتابان مكملين لبعضهما البعض لمن يرغب فى الإلمام بموضوع إنتاج الطماطم من كافة جوانبه.

والله أسأل أن أكون قد وُفقت فى هذا الكتاب فى إمداد مُنتج ودارس الطماطم بكل ما يلزمه من معرفة حول هذا المحصول.

أ.د. أحمد عبد المنعم حسن

أستاذ الخضر

كلية الزراعة — جامعة القاهرة



محتويات الكتاب

الصفحة

الفصل الثالث

الفصل الرابع

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الفصل السابع

الفصل الأول

تعريف بالطماطم وأهميتها

الوضع النباتى والموطن وتاريخ الزراعة

تعد الطماطم واحدة من أهم محاصيل الخضر من حيث المساحة المنزرعة والأهمية الاقتصادية، وهى تتبع العائلة الباذنجانية Solanaceae (أو عائلة عنب الثعلب Nightshade Family). تضم هذه العائلة نحو ٩٠ جنسًا، وحوالى ٢٠٠٠ نوع من النباتات، منها من محاصيل الخضر — بالإضافة إلى الطماطم — كل من البطاطس، والفلفل، والباذنجان، والحلويات (الست المستحية أو الحرنكش)، وشجرة الطماطم. ومن أسماء الطماطم الشائعة فى الدول العربية : البندورة، والطماطة.

تُعرف الطماطم بالاسم العلمى *Solanum lycopersicum* (سابقًا: *Lycopersicon esculentum*). وقد نشأت الطماطم وأنواعها البرية فى أمريكا الجنوبية. وتنمو جميع أنواعها البرية — باستثناء نوعين اثنين — فى شريط ضيق يمتد على الساحل الغربى لأمريكا الجنوبية ما بين جنوب إكوادور وشمال شيلى، مرورًا ببيرو (ما بين خط الاستواء وخط عرض ٢٣° جنوبًا). أما النوعان المستثنيان فإنهما يستوطنا جزر جالاباجوس Galapagos Islands التى تقع فى المحيط الهادى فى مقابل شريط الساحل الغربى فى أمريكا الجنوبية الذى تنتشر فيه الأنواع الأخرى (Warnock ١٩٩١). وقد كانت بداية استئناس الطماطم فى المكسيك، التى انتقلت منها إلى الفيلبين، ثم إلى أوروبا فى القرن السادس عشر، حيث ذُكرت لأول مرة فى إيطاليا فى عام ١٥٥٤م. ومن أوروبا انتقلت الطماطم إلى أمريكا الشمالية، حيث جاء ذكرها لأول مرة فى عام ١٧١٠م (Tigchelaar ١٩٨٦).

ويُستدل من الانتشار الجغرافى لأنواع الطماطم البرية أن موطنها الأصلى كان فى بيرو، ومنها انتقلت إلى المكسيك حيث كانت زراعتها واستئناسها واستهلاكها — كما أسلفنا. وبعد استعمار إسبانيا لأمريكا انتشرت الطماطم فى كل مستعمراتها فى البحر

الكاريبى، وفى الفيلبين، وهى التى انتقلت منها إلى جنوب شرق آسيا، ثم إلى باقى قارة آسيا. كذلك أحضر الإسبان الطماطم إلى أوروبا، حيث نمت بسهولة فى مناخ البحر الأبيض المتوسط، وبدأت زراعتها حوالى عام ١٥٤٠، خاصة فى إيطاليا. ومن المؤكد أنها كانت قد استخدمت كغذاء خلال القرن السابع عشر (١٦٠٠م) فى إسبانيا. ولم تزرع الطماطم فى بريطانيا حتى عام ١٥٩٠، وزرعت بها على نطاق واسع بدءًا من القرن الثامن عشر (١٧٠٠م). ومن بريطانيا انتقلت زراعة الطماطم إلى مستعمراتها بأمريكا الشمالية بدءًا من عام ١٧١٠م، كما انتقلت كذلك زراعة الطماطم من إيطاليا إلى فرنسا خلال القرن الثامن عشر (Wikipedia ٢٠٠٨– الإنترنت).

الأهمية الغذائية والطبية

يحتوى كل ١٠٠ جم من ثمار الطماطم الطازجة على ٩٣,٥ جم ماء، و٢٢ سعرًا حراريًا، و١,١ جم بروتين، و٤,٧ جم كربوهيدرات كلية، و١٣ مجم كالسيوم، و٢٧ مجم فوسفور، و٠,٥ مجم حديد، و٢٤٤ مجم بوتاسيوم، و٩٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠,٠٦ مجم ثيامين، و٠,٠٤ مجم ريبوفلافين، و٠,٧ مجم نياسين، و٢٣ مجم حامض الأسكوربيك (فيتامين ج). ويتأثر محتوى الثمار من حامض الأسكوربيك بحالة الجو، فيقل المحتوى إلى ١٠ مجم فى الجو الملبد بالغيوم، ويزداد إلى ٢٦ مجم فى الجو الصحو (Watt & Merrill ١٩٦٣).

يتضح مما تقدم أن الطماطم لا تعد من المصادر الكربوهيدراتية والبروتينية فى الغذاء، كما أن بروتين الطماطم ليس غنيًا بالأحماض الأمينية الضرورية. فمن بين ١٩ حامضًا أمينيًا توجد فى عصير الطماطم الطازج، نجد أن حامض الجلوتاميك يشكل ٤٨,٥٪ من المحتوى الكلى لهذه الأحماض، يليه حامض الأسبارتيك (Gould ١٩٧٤)، ولا يعتبر كلاهما من الأحماض الأمينية الضرورية.

ومع أن الطماطم لا تُعد من أغنى الخضراوات فى فيتامينى أ، ج إلاّ أن استهلاكها بكميات كبيرة يجعلها مصدرًا رئيسيًا لهذين الفيتامينين.

ويعطى جدول (١-١) مزيدًا من التفاصيل عن محتوى ثمار الطماطم من عشرة فيتامينات.

جدول (١-١): محتوى ثمار الطماطم الناضجة من الفيتامينات (عن Grierson & Kader ١٩٨٦)

الفيتامين	المحتوى بكل ١٠٠ جم من الثمار
فيتامين أ (بيتا كاروتين β-carotene)	٩٠٠ — ١٢٧١ وحدة دولية [أ]
فيتامين ب١ (ثيامين thiamine)	٥٠ — ٦٠ ميكروجرام [ب]
فيتامين ب٢ (ريبوفلامين riboflavin)	٢٠ — ٥٠ ميكروجرام
فيتامين ب٣ (حامض البانثوثينيك panthothenic acid)	٥٠ — ٧٥٠ ميكروجرام
فيتامين ب٦ كومبلكس complex	٨٠ — ١١٠ ميكروجرام
حامض النيكوتينك nicotinic acid (نياسين niacin)	٥٠٠ — ٧٠٠ ميكروجرام
حامض الفوليك folic acid	٦,٤ — ٢٠ ميكروجرام
البيوتين biotin	١,٢ — ٤,٠ ميكروجرام
فيتامين ج	١٥٠٠٠ — ٢٣٠٠٠
فيتامين إى vitamin E (ألفا توكوفيرول ∝-tocopherol)	٤٠ — ١٢٠٠ ميكروجرام

(أ) الوحدة الدولية من فيتامين أ = ٠,٦ ميكروجرام من البيتاكاروتين.
(ب) الميكروجرام = ١٠$^{-٣}$ ملليجرام = ١٠$^{-٦}$ جرام.

إن أهم المركبات الكيميائية النشطة بيولوجيًّا فى الطماطم هى الكاروتينويدات carotenoids، والتى تتكون من ٦٤٪ ليكوبين، و١٠٪- ١٢٪ phytoene، و٧٪-٩٪ neurosperene، و١٠٪- ١٥٪ carotenes. وتحتوى الطماطم الكريزية على تركيزات أعلى من الكاروتينويدات.

تُعد الطماطم من أغنى الأغذية فى الليكوبين، وهو الذى يبلغ متوسط محتواه ٣٥ مجم/كجم من الثمار الطازجة، بمدى يتراوح بين ٥ مجم/كجم فى الأصناف ذات الثمار

الصفراء، و٩٠ مجم/كجم فى الأصناف ذات الثمار الحمراء، وحتى ٢٣٣ مجم/كجم فى أصناف حديثة ذات محتوى عالٍ من الليكوبين، مثل HLY18، و Lyco 1، و Lyco 2. ويرتبط تناول ثمار الطماطم المحتوية على الليكوبين – إيجابيًا – مع خفض مخاطر الإصابة بسرطان البروستاتا؛ فضلاً عن أهمية استهلاك الطماطم- لما تحتويه من مختلف مضادات الأكسدة – فى تجنب الإصابة بعدد من الأمراض السرطانية الأخرى، مثل سرطان الرئة والمعدة، بالإضافة إلى الحد من الإصابة بأمراض القلب الوعائية، وربما يُفيد استهلاكها فى تأخير الإصابة بمرض الشلل الرعاش، وفى ظهور التغيرات اللونية فى الجلد، وإعتام عدسة العين cataract (Kushad وآخرون ٢٠٠٣، و Ilahy وآخرون ٢٠١١).

وقد وُجدت اختلافات جوهرية بين أصناف الطماطم فى المركبات الكيميائية النباتية المفيدة لصحة الإنسان؛ فكان الصنف Racimo الأعلى فى الليكوبين، وPera الأعلى فى الفينولات، و Cherry الأعلى فى الاستيرولات، بينما ساد حامض اللينوليك linoleic acid فى جميع الأصناف. وأظهرت جميع أصناف الطماطم تأثيرًا مثبطًا على الخلايا السرطانية HT-29. وكانت إضافة زيت الزيتون إلى كاروتينويدات الطماطم أكثر جوهريًا فى تثبيط مزارع الخلايا السرطانية HT-29 عن تأثير أى منهما منفردًا. ويتبين من تلك الدراسة أن الطماطم تُعد مصدرًا جيدًا للمركبات النباتية المفيدة لصحة الإنسان. وعلى الرغم من تفاوت الأصناف فى هذا الشأن فإنها – جميعًا – كانت مُثبطة لنمو الخلايا السرطانية، وكان على قمتها الصنف Racimo (Ramos-Bueno وآخرون ٢٠١٧).

ويلعب السيروتونين serotonin – وهو أمين أروماتى aromatic amine – دورًا فى التوصيل العصبى neurotransmitter فى الجهاز العصبى المركزى، ويتم تمثيل حوالى ٩٨٪ من السيروتونين وتخزينه فى الجهاز الحافى المحيطى peripheral system، وله تأثير مضاد للسمنة فى ذلك الجهاز. وتُعد ثمار الطماطم غنية بالسيروتونين، وخاصة الثمار الطازجة المكتملة النضج، ويبقى تركيزه عاليًا فيها أثناء

التخزين، سواء أكان ذلك فى حرارة الغرفة، أم فى حرارة منخفضة، ولكنه ينخفض عند تصنيع الثمار. وقد وُجد أن الجينين SITDC1، و SIT5H قد يكون لهما دور فى الآليات الفسيولوجية لتراكم السيروتونين بالثمار (Hano وآخرون ٢٠١٧).

وتتباين أصناف الطماطم فى تأثير نقص الرطوبة الأرضية على محتوى ثمارها من مضادات الأكسدة؛ فقد وجد أن تلك المعاملة (نقص الرطوبة الأرضية) زادت محتوى ثمار الصنف Matina من فيتامين ج والليكوبين، بينما هى أنقصتهما فى الصنف Cochoro، إلاّ إنها زادت من كل من الفينولات الكلية والبيتا كاروتين فى كلا الصنفين. هذا.. وكان أكبر إسهام فى النشاط المضاد للأكسدة مرده إلى كل من المحتوى الفينولى الكلى ومحتوى فيتامين ج (Bogale وآخرون ٢٠١٦).

وقد أمكن فى المزارع المائية زيادة محتوى ثمار الطماطم من اليود بمعاملة المحاليل المغذية بكل من الـ KIO_3 بتركيز ١ مجم أيودين/لتر (٧,٨٨ ميكرومول أيودين)، وحامض السلسيلك بتركيز ١ مجم/لتر (٧,٢٤ ميكرومول حامض سلسيلك)؛ حيث ازداد محتوى الثمار من الأيودين بمقدار ١٥٧٪ نسبة إلى محتوى ثمار معاملة الكنترول (Smolen وآخرون ٢٠١٥).

كما وجد أن السيلينيم selenium يتراكم فى نباتات الطماطم مع زيادة تيسر العنصر فى بيئة الزراعة، حيث بلغ تركيز العنصر فى الثمار ٠,٢٣ مجم Se/جم وزن جاف عندما كان تركيز العنصر فى المحلول المغذى ١,٥ مجم Se/لتر. هذا إلاّ أن ذلك كان مُصاحبًا بنقص فى الوزن الجاف للجذور، والنموات الخضرية، والثمار بنسبة بلغت ٥٦٪، و٣٦٪، و٦٦٪، على التوالى. ولتجنب سمية العنصر للنباتات وتأثيره السلبى على محصول الثمار — مع استمرار امتصاص النباتات له — أُوصى بعدم زيادة تركيز العنصر فى المحلول المغذى عن ٠,٧٥ مجم/لتر (Edelstein وآخرون ٢٠١٦).

هذا.. وتُعتبر مخلفات تصنيع الطماطم غنية فى البروتين، الذى وجد أنه يصل إلى ٣٠,٥٪ فى البذور، وإلى ١٦,٥٪ فى الجلد (Piyakina & Yunusov ١٩٩٥).

ووجد أن بذور الطماطم (صنف San Marzano) تحتوى على ٣٣,٧٪ دهون، و ٢٤,٦٪ بروتين، و ١٧,٠٪ ألياف، و٣,٥٪ رماد. وقد كان الرقم اليودى للدهون ١١٣,١، وتكونت الدهون من ٤١,١٪ حامض أولِّيك oleic، و٤٢٪ حامض لينولِّيك linoleic (Badr وآخرون ١٩٩٤).

الوصف النباتى

نبات الطماطم عشبى حولى.

الجذر والساق

يُكوِّن النبات جذرًا وتديًا متعمقًا فى التربة لمسافة ٩٠–١٢٠ سم فى حالة زراعة البذور مباشرة فى الحقل الدائم. أما فى حالة الزراعة بطريقة الشتل، فإن الجذر الأولى يُقطع غالبًا عند تقليع النبات من المشتل، وينمو – بدلاً منه – مجموع جذرى ليفى كثيف بعد الشتل، ينتشر جانبيًا ورأسيًا لمسافة ٩٠–١٢٠ سم فى التربة الطميية الرطبة.

وتقل مقدرة جذور الطماطم على الامتصاص، ويقل نشاطها تدريجيًا مع تقدم النبات فى العمر، ويؤدى ذلك إلى موت النبات بعد انتهاء موسم الحصاد. إلا أن الردم على فروع وسيقان النبات فى تربة رطبة يدفع النبات إلى تكوين جذور عرضية جديدة، ومن ثم تتكون نموات خضرية جديدة، قد تعطى محصولاً جديدًا إذا كانت الظروف الجوية مناسبة لذلك. ويكون محصول هذه النباتات غالبًا ضعيفًا، وغير اقتصادى بسبب ضعف النباتات، وكثرة انتشار الأمراض، وخاصة الفيروسية منها.

تكون ساق نبات الطماطم مستديرة فى المقطع العرضى، ومغطاة بشعيرات كثيفة (شكل ١–١)، وهى تنمو قائمة فى البداية إلى أن يصل طولها إلى ٣٠–٦٠سم، ثم تصبح مدلاة فى الأصناف غير المحدودة النمو. وتتخشب الساق بتقدم النبات فى العمر. وتتكون الجذور العرضية بسهولة على أجزاء الساق الملامسة للتربة فى وجود الرطوبة.



(شكل (١-١): ساق، وورقة، وزهرة نبات الطماطم (**Weier** وآخرون **١٩٧٤**).

الأوراق وطبيعة النمو والنورات

إن ورقة الطماطم مركبة ريشية تتكون من ٧-٩ وريقات متبادلة تنمو بينها وريقات صغيرة ويكون عنق الورقة طويلاً، أما الوريقات فتكون جالسة، كما تكون حافة الوريقات مفصصة (شكل ١-١)، ومغطاة بشعيرات كثيفة. وللورقة رائحة مميزة تظهر عند الضغط عليها بين الأصابع، وتميزها عن ورقة البطاطس.

وتقسم أصناف الطماطم حسب طبيعة نموها growth habit إلى مجموعتين رئيسيتين: محدودة النمو determinate، وغير محدودة النمو indeterminate، وذلك حسب طريقة نمو ساق النبات، وطبيعة تكوين النبات للعناقيد الزهرية.

ففى الأصناف محدودة النمو (والتى يطلق عليها أيضًا اسم ذاتية التقليم — selfpruning)، تظهر النورات على ساق النبات بمعدل نورة كل ورقة، أو ورقتين. وبعد فترة

من النمو تتكون نورة طرفية، ويتوقف تكوين أوراق أو نموات جديدة قمية، ويكمل النبات نموه من التفرعات الجانبية التى تتكون عليها نورات بنفس الطريقة. ونتيجة لذلك.. ينتج النبات عددًا كبيرًا نسبيًّا من النورات لكل طول معين من الساق، كما تنضج ثماره فى فترة وجيزة بالمقارنة بالأصناف غير محدودة النمو، التى تظهر فيها النورات على الساق بمعدل نورة لكل ثلاثة أوراق، وتستمر الساق فى النمو طالما كانت الظروف البيئية مناسبة.

كذلك تتوفر أصناف وسلالات من الطماطم يطلق عليها اسم شبه محدودة النمو semideterminate، يكون فيها النمو محدودًا، ولكن يتأخر توقف النمو الخضرى القمى عما فى الأصناف محدودة النمو، بحيث ينتج الساق الرئيسى الكاذب المحور ست نورات أو أكثر قبل أن يتوقف عن النمو. وتظهر تلك النورات على ساق النبات — عادة — بمعدل نورة كل ورقتين.

ويعطى نبات الطماطم عادة سبع أوراق على الأقل قبل أن يبدأ فى إعطاء أول عنقود زهرى. ولا تختلف الطماطم القزمية Dwarf عن الطبيعية النمو إلا فى قصر سلاميّاتها كثيرًا عما فى الأصناف العادية.

يطلق على نورة inflorescene الطماطم اسم عنقود زهرى flower cluster، أو truss. وهى تعد من الناحية النباتية — نورة محدودة cymose رغم أنها تبدو كنورة غير محدودة recemose.

وقد وصف Welty وآخرون (٢٠٠٧) تفاصيل عملية تكوين نورة الطماطم غير المحدودة (الـ cyme) أيًّا كانت الأصناف محدودة النمو، أم غير محدودة، وفيها (النورة غير المحدودة) لا ينتهى ميرستيم النورة بزهرة وإنما يستمر فى نمو غير محدود.

الأزهار والتلقيح

تتكون زهرة الطماطم من ٥–١٠ سبلات منفصلة، تبقى خضراء حتى نضج الثمرة، وتزداد معها فى الحجم. يتكون التويج من خمس بتلات، أو أكثر تكون ملتحمة فى

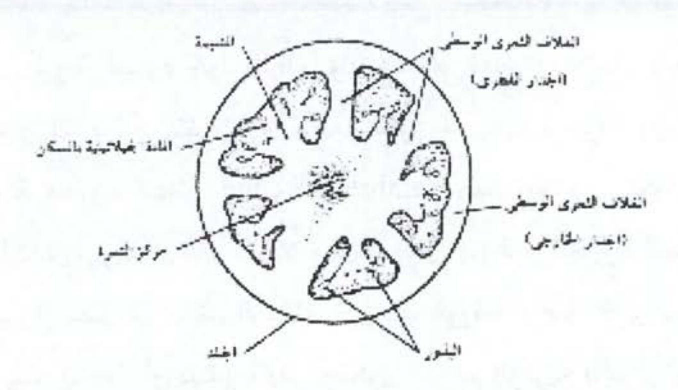
البداية، وتكوِّن أنبوبة قصيرة حول الطلع والمتاع، ثم تتفتح البتلات، ويظهر الطلع المتكون من خمس أسدية أو أكثر، فوق بتلية، تكون خيوطها قصيرة، ومتوكها طويلة ملتحمة، ومكونة لمخروط سدائى anthredial cone يحيط بالمتاع. ويتكون المتاع من مبيض عديد المساكن، ويكون القلم طويلاً ورفيعًا يصل إلى قمة المخروط السدائى، وقد يبرز خارجه بمقدار يصل فى بعض الأصناف– تحت ظروف خاصة — إلى مسافة ٢ مم. ينتهى القلم بميسم بسيط، أو منتفخ قليلاً. وتتكون البراعم الزهرية بالتوالى على العنقود الزهرى الواحد، ويكون أحدثها فى قمة العنقود. وكثيرًا ما يشاهد العنقود الواحد وبه براعم زهرية، وأزهار متفتحة، وأزهار عاقدة، وثمار صغيرة فى آن واحد.

والتلقيح فى الطماطم ذاتى بدرجة عالية تصل فى الظروف الطبيعية لأكثر من ٩٩٪ (Groenewegen وآخرون ١٩٩٤). وتخلو زهرة الطماطم من الرحيق، وإذا زارتها الحشرات فإن ذلك يكون بغرض جمع حبوب اللقاح. تتفتح أزهار الطماطم بين السابعة والثامنة صباحًا، ويصل انتشار حبوب اللقاح وتفتح المتوك أقصاه بين التاسعة والحادية عشرة صباحًا. أما المياسم فإنها تكون مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح من قبل تفتح الزهرة بنحو ١٦ ساعة إلى ما بعد تفتحها بيوم أو يومين (Sood & Saimi ١٩٧١).

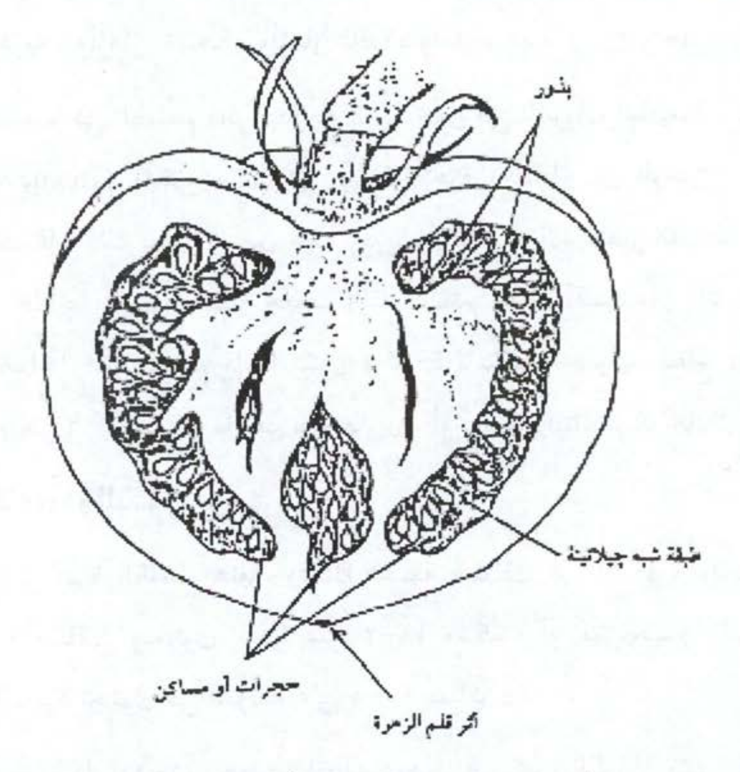
الثمار والبذور

تعتبر ثمرة الطماطم عنبة Berry لحمية تختلف فى الشكل، والحجم، واللون حسب الأصناف. وتحتوى الثمرة على ٢–١٨ مسكنًا، أو أكثر حسب الصنف. إلا أن الثمار الكبيرة تحتوى فى المتوسط على ٥–١٠ مساكن.

يُبين شكل (١–٢) تخطيطاً لقطاع عرضى فى ثمرة الطماطم تظهر فيه المساكن، والجدر الثمرية، وموضع البذور. كما يُبيّن شكل (١–٣) تخطيطاً لقطاع طولى فى الثمرة تظهر فيه ندبة الساق stem scar، وموضع الطرف الزهرى. ويلاحظ فى الشكلين أن البذور توجد منغمسة فى طبقة شبه جيلاتينية mucilaginous sheath.



شكل (١–٢): قطاع عرضى فى ثمرة الطماطم (عن **Brecht ١٩٨٧**).



شكل (١–٣): قطاع طولى فى ثمرة الطماطم

تتسع المشيمة — تدريجيًا — مع بداية عقد الثمرة؛ لتضم فيها البذور المتكونة، وتتسع معها مساكن الثمرة فى الحجم.

ينشأ الغلاف الثمرى pericarp فى الطماطم من جدار المبيض، ويتكون من جدار خارجى exocarp عبارة عن جلد الثمرة skin، ووسطى بارنشيمى parenchymatous mescocarp يحتوى على الحزم الوعائية، وداخلى endocarp يتكون من طبقة واحدة من الخلايا تبطن المساكن Iocules.

يتكون جلد الثمرة أو الغلاف الثمرى الخارجى من طبقة بشرة خارجية epidermis تليها إلى الداخل ٢-٤ طبقات من خلايا تحت البشرة hypodermis، تكون سميكة الجدر، ويظهر بها تغليظ شبيه بتغليظ الخلايا الكولنشيمية collencyma-like thickenings. تُغطى البشرة بأدمة cuticle رقيقة تتكون من طبقتين: واحدة رقيقة تغطى البشرة، وأخرى أعلاها. وتمتد مادة الأدمة الكيوتينية إلى الجدر القطرية لخلايا البشرة، وقد تصل — كذلك — إلى خلايا تحت البشرة. وترجع مقاومة الثمار للتشقق — فى بعض الحالات — إلى الترسيب السميك للكيوتين فى جلد الثمرة.

وينقسم الجدار الثمرى الوسطى إلى جدار خارجى يحيط بالمساكن، وجدار قطرى radial يمتد إلى الداخل بين المساكن، وجدار مركزى inner wall (أو columella) يوجد فى مركز الثمرة، ويتكون الجدار الثمرى الوسطى كله من خلايا برانشيمية تزداد فى الحجم — تدريجيًا — من الخارج نحو مركز الثمرة. وقد يحتوى النسيج المركزى على قدر أكبر من المسافات الهوائية؛ الأمر الذى يجعل هذا النسيج يبدو أبيض اللون.

وتمتد الحزم الوعائية من طرف الثمرة المتصل بالعنق فى مجموعتين: واحدة تتجه نحو الجدار الثمرى الخارجى الذى يُحيط بالمساكن، والأخرى تتجه نحو الجدر القطرية والداخلية إلى البذور. ومع ازدياد تفرع الأوعية باتجاه الطرف البعيد (الزهرى) للثمرة يقل ظهور الأنسجة الوعائية البيضاء فى مقطع الثمرة (Ho & Hewitt ١٩٨٦).

ويتكون أديم cuticle ثمرة الطماطم — وهى فى أى درجة من درجات النضج — من الكيوتين والشموع وعديدات التسكر، التى تتشكل — بدورها — من البكتين، والهيميسيليوز،

والسيليليوز، وهى المكونات الرئيسية التى تتواجد فى الجدر الخلوية النباتية، والتى تكون مسئولة عن كل من متانة وليونة طبقة الأديم (López-Casado وآخرون ٢٠٠٧).

وبذرة الطماطم صغيرة مبططة، وزغبية الملمس — خاصة حول الحواف — وبلون رمادى فاتح. وتحتوى الثمرة العادية على نحو ١٥٠–٣٠٠ بذرة. وعلى الرغم من أن البذور تكون قادرة على الإنبات بمجرد وصول الثمرة إلى طور النضج الأخضر، إلاّ أنها تزيد فى الوزن بزيادة نضج الثمرة.

هذا.. ويمكن الاطلاع على تفاصيل الوصف المورفولوجى والتركيب التشريحى لمختلف أجزاء نبات الطماطم مزودًا بالرسوم التخطيطية فى Rost (١٩٩٦).

الفصل الثانى

الأصنـــــاف

تقسيم الأصناف

إن أصناف الطماطم كثيرة وتُعد بالمئات، ويمكن تقسيمها على أساس أى من مواصفاتها أو خصائصها، كما يلى:

١- شكل الورقة .. أهى عادية الشكل (كما فى معظم الأصناف)، أم تشبه أوراق البطاطس potato leaf (كما فى جينيفا ١١ Geneva11)، أم مجعدة rugose (كما فى بَك Puck)، أم ملتفة rolled (كما فى: فى إف إن — بى — ٧٨٧٩ أو استرين بى، وكاسل ٤٩٩ Castle 499).

تبدو أوراق هذه الأصناف كما لو كانت غير طبيعية أو مصابة بمرض ما، إلا أنها صفة طبيعية عديمة التأثير على كمية، أو نوعية المحصول، وتعرف — وراثيًا — باسم صفة الورقة الذابلة wilty leaf. وهى لا تظهر طبيعيًا — فى الأصناف الحاملة لجين الورقة الذابلة — إلا فى مرحلة الإثمار، ولكن إصابة النباتات بفيرس موزايك التبغ يُعجِّل من ظهور الصفة، ويزيد من حدتها (Provvidenti & Hoch ١٩٧٧).

٢- شكل الثمرة؛ فمنها الكروية globe، والمنضغطة oblate، والقلبية heart-shape، والكريزية cherry، والكمثرية pear، والبرقوقية plum، والطويلة أو المطاولة elongated، والبيضاوية oval، والمكعبة الدائرية square round.

٣- تركيب عنق الثمرة.. أيتكون من وصلتين شبيهتين بسلاميتين قصيرتين بينهما عقدة تسمى مفصل joint (كما فى الغالبية العظمى من الأصناف التجارية)، أم يتكون عنقها من جزء واحد بدون مفصل، وتُسمى jointless (كما فى فلوراديد Floradade، وريفولوشن Revolution، تتميز الأصناف عديمة المفصل — مقارنة بالأصناف ذات

المفصل – بأنه لا يتبقى بثمارها جزء من المفصل بعد حصادها يمكن أن يخترق – تحت الضغوط – الثمار المجاورة له، وخاصة فى حالة الحصاد الآلى؛ مما يؤدى إلى تلفها.

٤– شدة تفصيص الثمرة .. أهى عديمة التفصيص (كما فى منى ميكر)، أم قليلة (كما فى يوسى ٩٧–٣)، أم متوسطة (كما فى مارمند)، أم شديدة التفصيص (كما فى معظم الأصناف القديمة والمتوارثة مثل بيف ستيك). تتميز ثمار المجموعة الأخيرة بأنها لحمية meaty وكبيرة، وعديدة المساكن، وتصلح لعمل شرائح الطماطم، كما تزيد بها نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية، والحموضة الكلية فى الغالب، وتكون بذلك جيدة الطعم.

٥– لون الثمرة الناضجة، وهو الذى يتراوح ما بين الأصفر والقرمزى الداكن الضارب إلى الأسود (كما فى بعض الأصناف المتوارثة)، مرورًا بالبرتقالى والوردى والأحمر العادى والأحمر القانى.

٦– حجم الثمرة، وهو الذى يتراوح من ٥٠ جم (كما فى الأصناف الكريزية) إلى ١٥٠ –٢٥٠ جم (كما فى الهجين كارميللو Carmello والصنف بج جيرل Big Girl).

٧– صلابة الثمرة؛ حيث تتباين ثمار الأصناف ما بين الطرية soft إلى شديدة الصلابة (كما فى بيتو ٨٦).

٨– مقاومة الأمراض المختلفة.

وعلى الرغم من أهمية تلك التقسيمات فى تعرف صفات الأصناف واختيار المناسب منها للزراعة، إلا إنها تبقى تقسيمات سطحية.

ومن بين التقسيمات الأهم لأصناف الطماطم، ما يلى:

١– الثبات الوراثى .. أهى ثابتة وراثيًا stable، يمكن إكثارها بتركها للتلقيح الذاتى الطبيعى (فهى صادقة التربية true-breeding)، أم هى هجين hybrids لا

يمكن إكثارها بتلك الطريقة، ويتعين اقتناء بذورها- كلما دعت الحاجة لزراعتها — من الشركات والجهات المنتجة لها.

تعرف الأصناف صادقة التربية — كذلك — باسم مفتوحة التلقيح open- pollinated، ولكن يجب قصرُ استخدام هذه الكنية على الأصناف غير الهجين من المحاصيل الخلطية التلقيح.

ومن الخطأ الفصل بين الأصناف والهجن التجارية؛ فلا يجوز أن نقول: "أصناف وهجن الطماطم"؛ لأن الهجين أيضًا من الأصناف، ولكن يمكننا أن نقول: "الأصناف الثابتة وراثيًا والهجن". وعلى الرغم من شيوع مصطلح variety للصنف، إلا أنه يُفضَّل استعمال المصطلح المتفق عليه دوليًا وهو cultivar.

٢- الغرض من الزراعة وطريقة الإنتاج.. أهى للاستهلاك الطازج fresh market، أم للتصنيع processing، وهل هى من أصناف الحدائق المنزلية (مثل الأصناف المتوارثة heirloom ذات الطعم المتميز والأشكال والألوان غير المألوفة)، أم من أصناف الزراعات المحمية protected cropping، وهل تناسب الحصاد الآلى mechanical harvesting، أم لا تناسبه.

٣- طبيعة النمو growth habit.. أهى محدودة النمو determinate (مثل بيتو ٨٦، ويوسى ٩٧-٣)، أم شبه محدودة semi-determinate (وفيها تتكون النورة بعد كل ورقتين على ساق النبات، كما فى سوبر مارمند Super Marmande، وهى — فى حقيقتها — محدودة النمو كما أسلفنا)، أم غير محدودة النمو indeterminate (مثل كارميللو Carmello، ومنى ميكر Money Maker)، وهى التى يمكن تربيتها رأسيًا. وبينما تُنتج الأصناف المحدودة النمو محصولها خلال فترة زمنية وجيزة ، فإن غير المحدودة النمو تستمر فى الإثمار لفترة زمنية طويلة، بينما تكون شبه محدودة النمو وسطًا بينهما.

٤- قوة النمو الخضرى ومدى انتشاره.. أهو كبير ومفترش (كما فى كال أيس)، أم كبير ومندمج compact (كما فى بيتو ٨٦)، أم صغير ومندمج (كما فى كاسلونج Castlong)، أم متقزم dwarf (كما فى إبوك Epoch)؛ وهل يغطى النمو الخضرى الثمار بشكل جيد (مثل يوسى ٩٧-٣)، أم يغطيها جزئيًّا (كما فى استرين بى، ومارمند)، أم لا يغطيها بشكل ملائم؛ فلا تصلح للزراعة فى العروة الصيفية (مثل فاير بول).

وجدير بالذكر أن ثمار الأصناف التى تُغطَّى جزئيًّا بالنموات الخضرية تتعرض لأشعة الشمس بصورة تدريجية منذ بداية تكوينها؛ وبذلك فإنها تكون متأقلمة على التعرض للأشعة الشمسية بصورة جيدة، وقلما تُصاب بلفحة الشمس.

٥- موعد النضج.. أهى مبكرة جدًّا (مثل كاسلونج، وفاير بول)، أم مبكرة (مثل بيتو ٨٦)، أم متوسطة التبكير (مثل استرين بى)، أم متوسطة التأخير (مثل فلوراديد)، أم متأخرة (مثل بيف ستيك Beefsteak).

٦- لون كتف الثمرة المكتملة التكوين غير الناضجة:

كتف الثمرة shoulder هو الجزء العلوى من الثمرة من جهة العنق، ويتلون هذا الجزء مثل باقى الثمرة عندما تصل الثمار إلى مرحلة النضج الكامل.

وتقسم الأصناف حسب لون الكتف فى الثمار مكتملة التكوين — وقبل أن تصل إلى تمام نضجها — كما يلى:

أ- أصناف ذات كتف أخضر green shoulder، وفيها يتلون كتف الثمرة بلون أخضر أكثر دكنة عن بقية أجزاء الثمرة، كما فى الأصناف: استرين بى، ومارمند فى إف.

ب- أصناف ذات لون أخضر متجانس uniform green قبل تمام نضجها، مثل: أيس ٥٥ فى إف، وبيتو ٨٦، ومعظم الأصناف الحديثة.

المواصفات المطلوبة فى أصناف الطماطم للأغراض المختلفة

توجد مواصفات عامة يجب توافرها فى جميع الأصناف أيًّا كان الغرض من زراعتها، وهى كما يلى:

١- النمو الخُضرى الجيد الذى يغطى الثمار بصورة جيدة.

٢- التأقلم على الظروف البيئية السائدة فى منطقة الإنتاج.

٣- المقاومة للآفات السائدة فى منطقة الإنتاج.

٤- التبكير فى النضج.

٥- المحصول المرتفع.

٦- أن تتوفر بالثمار صفات الجودة التى يفضلها المستهلك، خاصة ما يتعلق منها بالحجم، واللون، والشكل، والصلابة، والطعم.

وإلى جانب ما تقدم .. فإنه يجب أن تتوفر مواصفات خاصة فى كل مجموعة من الأصناف حسب الغرض من زراعتها كما يلى:

أصناف الاستهلاك الطازج

من أهم الصفات التى يجب توافرها فى أصناف الاستهلاك الطازج ما يلى:

١- الطعم الجيد وذلك بارتفاع محتواها من كل من المواد الصلبة الذائبة، والحموضة الكلية.

٢- الحجم المتوسط أو الكبير حسب ذوق المستهلك.

٣- الثمار الملساء غير المفصصة، أو حسب رغبة المستهلك.

٤- الجدر الثمرية السميكة التى تتحمل الشحن.

٥- أن تكون على درجة مناسبة من الصلابة وتحتفظ بجودتها لفترة مناسبة بعد

الحصاد، وذلك لأنها قد لا تستهلك قبل أسبوعين من حصادها بعكس أصناف التصنيع التى غالبًا ما تصنَّع فى خلال ٢٤ ساعة من حصادها.

٦- اللون الأحمر الداكن.

أصناف التصنيع

يجب أن تتوفر فى أصناف التصنيع الصفات التالية:

١- المحصول المرتفع حتى يمكن خفض أسعار المنتجات المصنعة، وذلك لكى تكون منافسة للطماطم الطازجة.

٢- لون الثمار الأحمر القانى.

٣- تفضل الأشكال المكعبة الدائرية، والبيضاوية، والكمثرية، والمطاولة، لأنها أكثر مقدرة على تحمل الضغط الذى يقع عليها تحت ثقل الثمار التى تعلوها فى العبوات الكبيرة (يقع الضغط على مساحة أكبر من الثمرة).

٤- ألا تكون الأنسجة المتليفة بامتداد عنق الثمرة (الـ core) كبيرة.

٥- ألا تقل حموضة الثمار عن ٠,٥٥٪، ويفضل ألا تقل عن ٠,٣٥٪.

٦- ألا يزيد الـ pH عن ٤,٤، ويفضل ألا يزيد عن ٤,٢.

٧- ألا تقل المواد الصلبة الذائبة الكلية عن ٥,٥٪، ويفضل ألا تقل عن ٦٪، وتُتخذ نسبة المواد الصلبة الذائبة — التى تزيد عن حدٍ معين — كأساس لتحديد سعر بيع المحصول.

٨- أن تكون لزوجة viscosity العصير عالية، ويفيد ذلك فى صناعة الكاتشب والمعجون (الصلصة). لكن زيادة اللزوجة عن حدٍ معين تؤدى إلى انسداد خطوط التصنيع.

٩- يجب ألا ينفصل العصير إلى طبقات، وأن يكون لونه أحمر زاهيًا بعد التجهيز.

١٠- أن يكون محتوى العصير من فيتامين ج مرتفعًا، فلا يقل عن ٢٠ ملليجرام/١٠٠ جم.

١١- سهولة إزالة جلد الثمرة بالبخار فى الأصناف التى تعبأ ثمارها كاملة، كما يجب أن تحتفظ الثمار بشكلها وصلابتها بعد التعليب. ومن الأصناف التى تستخدم لهذا الغرض كل من: إيروبيل، وكاسادفانس، وكاسل بيل.

١٢- أن يتوفر بها جميع صفات الأصناف التى تصلح للحصاد الآلى بغرض التوفير فى نفقات الحصاد.

أصناف الحصاد الآلى

يجب أن تتوفر الصفات التالية فى الأصناف التى تحصد آليًا:

١- أن تنضج معظم الثمار فى وقت متقارب، أى يكون النضج مركزًا، وأن تكون النباتات محدودة النمو.

٢- أن تكون الثمار صلبة لكى تتحمل عمليات الحصاد، والتداول دون الحاجة لاستعمال عبوات صغيرة.

٣- أن تتحمل الثمار الحمراء البقاء على النباتات دون حصاد لمدة أسبوعين حتى يتم نضج باقى الثمار. ولا ينطبق هذا الشرط على أصناف الاستهلاك الطازج التى تحصد آليًا؛ وذلك لأنها تحصد أثناء طور النضج الأخضر، أو فى بداية التلوين.

٤- تفضل الأصناف التى تنفصل ثمارها عن العنقود فى الوقت المناسب، فلا تكون سهلة الانفصال بدرجة كبيرة بحيث تقع بمجرد جذب آلة الحصاد للنبات، ولا تكون صعبة الانفصال بحيث لا تنفصل عن النبات أثناء مروره على آلة الحصاد.

٥- تفضل الأصناف ذات الثمار عديمة المفصل Jointless، حتى لا يتبقى جزء من العنق بعد الحصاد يمكنه أن يخترق الثمرة المجاورة. وهذا الشرط أكثر ضرورة فى أصناف الاستهلاك الطازج التى تحصد آليًا.

ومما تجدر الإشارة إليه أن معظم أصناف التصنيع الحديثة تصلح للحصاد الآلى، كما تنطبق عليها المواصفات المطلوبة فى كل من أصناف التصنيع، وأصناف الحصاد الآلى.

الأصناف السلكية

تتميز الأصناف غير المحدودة النمو التى تربى رأسيًا على أسلاك — سواء أكان ذلك فى الحقول المكشوفة أم فى الصوبات — بأنها - غالبًا — متأخرة النضج وذات فترة جمع طويلة، كما تزيد فيها الفترة بين الجمعات، وثمارها تكون — عادة — كبيرة الحجم ومتوسطة الصلابة، وتحمل فى عناقيد يحتوى كل منها على ٣-٥ ثمار، وهى ذات احتياجات سمادية أكبر من احتياجات الأصناف المحدودة النمو، ويزيد عرض مصاطب الزراعة المناسبة لها عن ١٥٠ سم، ولا تقل مسافة الزراعة بين النباتات عن ٥٠ سم.

أصناف الزراعات المحمية

تعد جميع أصناف الزراعات المحمية من أصناف الاستهلاك الطازج أيضًا، ولكنها تزرع أساسًا فى البيوت المحمية (الصوبات). ومن أهم الصفات التى يجب أن تتوفر فيها ما يلى:

١- جميع الصفات المرغوبة فى أصناف الاستهلاك الطازج.

٢- أن تكون غير محدودة النمو.

٣- المقاومة للأمراض التى يزيد انتشارها فى الزراعات المحمية، مثل فيرس موزايك التبغ.

٤- المحصول المرتفع بدرجة عالية، حتى يمكن تغطية نفقات الإنتاج العالية فى الزراعات المحمية.

٥- المقدرة على العقد تحت ظروف البيوت المحمية المتمثلة فى انعدام الرياح، وضعف الإضاءة (شتاء). وانخفاض درجة الحرارة (شتاءً فى البيوت غير المدفأة) وارتفاع درجة الحرارة (صيفًا فى البيوت غير المبردة).

أصناف الحدائق المنزلية

تعد جميع أصناف الحدائق المنزلية من أصناف الاستهلاك الطازج، ولكنها تزرع أساسًا فى الحدائق المنزلية، ومن أهم الصفات التى يجب أن تتوفر فيها ما يلى:

١- الطعم الجيد.

٢- استمرار الإنتاجية على مدى فترة زمنية طويلة لإمداد الأسرة بحاجتها من الثمار لأطول فترة ممكنة.

٣- أشكال وأحجام وألوان الثمار غير العادية، مثل أصناف الطماطم الصفراء، والقرمزية (كما فى بعض الأصناف المتوارثة)، والبرتقالية، والكريزية، والشديدة التفصيص، وهى التى تكون غالبًا كبيرة الحجم، وجيدة الطعم، ومتأخرة النضج، وتعطى محصولها على مدى فترة زمنية طويلة.

مواصفات الأصناف الهامة

إن أصناف الطماطم كثيرة جدًا، وتتغير باستمرار؛ ولذا.. فإن مناقشتنا تقتصر — فقط — على أهم الأصناف الحديثة، والأصناف القديمة التى ما زالت تُعرف فى الزراعة المصرية. ونظرًا لأن معظم هذه الأصناف تشترك فى مقاومتها للذبول الفيوزارى (السلالتان ١، و ٢)، وذبول فيرتسيليم، وأحيانًا لفيرس موزايك التبغ ولفطر استمفيلًم؛ لذا فإننا نقصر وصفها على ما يتميز كل منها من مواصفات خاصة، مثل المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور، وفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم، والبياض الدقيقى، وتحمل الملوحة، أو البرودة، أو الحرارة... إلخ.

٢- الأصناف الثابتة وراثياً (المفتوحة التلقيح)

من أهم هذه الأصناف، ما يلى:

١- مارمند Marmande:

نموه الخضرى غزير وتنمو فروعه بشكل رأسى قبل أن تميل لأسفل. ثماره متوسطة

الحجم، كثيرة التفصيص، غير منتظمة الشكل، منضغطة، جيدة الطعم، غير صلبة والمحصول جيد. **يزرع فى العروة الشتوية فقط.**

وقد استنبطت منه مجموعة أخرى من الأصناف المحسنة، مثل: مارمند فى إف Marmande VF وسوبر مارمند Super Marmande، واكسترا مارمند Extra Marmande، ومارمند فى إف إن Marmande VFN، وكلها مقاومة لفطرى الفيوزاريم والفيرتيسيليم، كما أن الأخير منها مقاوم أيضًا لنيماتودا تعقد الجذور.

٢- إدكاوى Edkawy:

نشأ الصنف إدكاوى كسلالة محلية أنتخبها وأكثرها المزارعون من الصنف سوبر مارمند، وتتشابه معه، **وتنتشر زراعتها فى العروة الشتوية فى منطقة إدكو**، ويتميز هذا الصنف بقدرته العالية على تحمل الملوحة (Hassan & Desouki ١٩٨٢، و ١٩٨٦، وحسن ٢٠١٦).

٣- فى إف إن ٨ VFN 8:

نموه الخضرى غزير ومندمج compact ومحدود. يبلغ متوسط وزن الثمرة نحو ١٠٠ جم، ويتباين شكلها من الكروى إلى المنضغط قليلاً، ذات لون أخضر متجانس، وعرضة للإصابة بالتشقق، ومتوسط التبكير فى النضج. الطعم جيد والمحصول جيد. يقاوم نيماتودا تعقد الجذور. **يناسب الزراعة فى العروة الصيفية.**

ويتشابه الصنف فى إف إن بوش VFN Bush مع الصنف فى إف إن ٨ فى جميع الصفات باستثناء أن نموه الخضرى أقل انتشارًا برغم قوته.

٤- أيس Ace:

النمو الخضرى غزير ومحدود النمو. متأخر نوعًا فى النضج. ثماره كبيرة، يتباين شكلها من الكروى إلى المنضغط قليلاً، ذات لون أخضر متجانس قبل النضج، قليلة

الصلابة، عرضة للإصابة بالتشقق، وطعمها جيد، ومتوسط المحصول. **يصلح للزراعة فى العروتين: الصيفية المبكرة والعادية والعروة الخريفية.**

وقد استنبطت منه مجموعة أخرى من الأصناف المحسنة، مثل: أيس ٥٥ فى إف Ace 55 VF، وكال أيس فى إف Cal Ace VF، وكلاهما مقاوم لفطرى الفيوزاريم والفيرتيسيليم.

٥- فلوراديد Floradade:

النمو الخضرى قوى. ثماره كبيرة كروية ومتوسطة الصلابة. **يناسب العروة الصيفية المبكرة.**

٦- سوبر استرين بى:

النمو الخضرى متوسط. ثماره صلبة مكعبة دائرية تصلح للاستهلاك الطازج والتصنيع. **تناسب الزراعة فى العروة الصيفية المبكرة والعادية.**

٧- يوسى ٨٢ UC 82:

هو أحد أصناف التصنيع الرئيسية. أنتجه قسم الخضر بجامعة كاليفورنيا فى ديفز، ثماره صلبة جدًا، وذات شكل مكعب دائرى square round وغزير المحصول. كان له شأن فى الزراعة المصرية خلال ثمانينيات القرن الماضى، ولكن تقلصت المساحة المزروعة منه بعد ذلك.

يعتبر النبات محدود النمو ويتفرع بغزارة، إلا أن النمو الخضرى مندمج compact. لون الأوراق أخضر داكن. تعقد الثمار جيدًا فى ظروف بيئية متباينة. تغطى الثمار بالنمو الخضرى بصورة جيدة، فلا تتعرض للإصابة بلفحة الشمس. مقاوم لفطرى الفيوزارم والفيرتيسيليم. **يناسب الزراعة فى العروة الصيفية، ويمكن زراعته فى جميع العروات.** الثمار ذات لون أخضر متجانس قبل التلوين، بها مفصل Joint بالعنق،

ولكنها تنفصل جيدًا عن العنقود عند إجراء الحصاد (سواء أجرى الحصاد يدويًا أم آليًا)، وهى صغيرة نسبيًا، يبلغ متوسط وزنها نحو (٥٠-٥٥ جم) ومبكرة النضج. يعطى النبات ثماره فى وقت متقارب (Concentrated Fruit Set)؛ مما يسمح بحصاد أكثر من ٩٠٪ من الثمار التى ينتجها النبات عند إجراء الحصاد آليًا.

تبقى ثمار هذا الصنف على العرش (النمو الخضرى) بحالة جيدة وهى ناضجة تمامًا لمدة ١٠-٢٠ يومًا حسب درجة الحرارة السائدة، حيث تطول المدة فى الجو المعتدل.

وعلى الرغم من أن هذا الصنف يزرع أساسًا لأجل التصنيع إلا أنه يصلح للاستهلاك الطازج، خاصة فى الأوقات الحرجة التى يقل فيها المعروض من الطماطم فى الأسواق، وكذلك عند اشتداد درجة الحرارة، حيث تتحمل ثماره عمليات التداول التالية للحصاد بدرجة أكبر بكثير من الأصناف الأخرى المنتشرة فى الزراعة. وتبقى الثمار بحالة جيدة بعد الحصاد لمدة ١٠-٢٠ يومًا فى الجو العادى دون أن تتعرض للتلف. وتتوقف الفترة على المدة التى تقضيها الثمار الناضجة دون حصاد، على درجة الحرارة السائدة آنذاك، كذلك يصلح هذا الصنف للعروة الصيفية المبكرة، حيث يعطى محصولاً جيدًا قبل أن يبدأ أى صنف من الأصناف التقليدية فى الإثمار.

٨- بيتو ٨٦ Peto 86:

ثماره أكبر قليلاً، وبيضاوية، مبكر جدًا، غزير المحصول، **يصلح للزراعة فى جميع العروات، وخاصة العروة الصيفية المبكرة**. كان من أكثر الأصناف انتشارًا فى الزراعة منذ أوائل الثمانينيات وحتى منتصف التسعينيات؛ حيث حلت محله أصناف أخرى (مثل كاسل روك)، ولكنه ما زال مستعملاً فى الزراعة.

٩- يوسى ٩٧-٣ UC 97-3

يصلح للزراعة فى جميع العروات، وخاصة فى العروة الصيفية المبكرة. ثماره أقل صلابة من بيتو ٨٦ وكروية ومفصصة قليلاً ومتوسطة الحجم.

١٠- كاسل روك Castlerock:

ثماره أكبر من يوسى ٨٢، يتباين شكلها من ثمار كروية إلى ثمار منضغطة قليلاً، شديدة الصلابة، مقاومة للتشقق، ويظهر بها بعض التفصيص.

يصلح هذا الصنف للزراعة فى جميع العروات، وبخاصة العروة الخريفية، وهو من أكبر الأصناف انتشارًا فى الزراعة؛ نظرًا لشدة صلابة ثماره، وزيادة الطلب عليه من قِبل تجار الجملة.

١١- فى إف ١٤٥- بى — ٧٨٧٩ VF 145-B-7879:

كان هذا الصنف معروفًا فى مصر قبل الثمانينيات باسم سترين بى — ويطلق عليه فى جنوب الصعيد اسم "السرسة" — إلا أن التوصية جاءت بزراعة السلالة ٧٨٧٩ المحسنة من الصنف الأصلى. يتباين شكل ثماره من كروية إلى منضغطة قليلاً، وبطرفها الزهرى بروز صغير، يبلغ متوسط وزن الثمرة نحو ٧٥ جم، وتصاب بالتشقق، وهو أقل صلابة من مجموعة يوسى ٨٢، ولكن محصوله أقل منها رغم ارتفاعه. أوراقه ملتفة، وتسمى هذه الصفة بالأوراق الذابلة Wilty Leaf. كتف الثمرة أخضر اللون. النمو النباتى محدود determinate إلا أنه قوى ومفتوح. تتحمل النباتات الإصابة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم، كما تعقد جيدًا فى درجات الحرارة المرتفعة؛ **لذا ينصح بزراعته فى العروة الصيفية المتأخرة، كما تنجح زراعته — كذلك — فى العروتين الصيفية المبكرة والخريفية.** تجمع ثماره بين الصفات التى تجعله صالحًا لغرضى التصنيع والاستهلاك الطازج معًا — مقاوم لفطرى الفيوزاريم وفيرتسيليم. ما زال من أكثر الأصناف انتشارًا فى الزراعة فى العروة الصيفية المتأخرة.

ولمزيد من التفاصيل حول الأصناف الثابتة وراثيًّا التى أسلفنا بيانها — وغيرها — من تلك التى سبقت التوصية بزراعتها (مثل: إى ٦٢٠٣ E 6203، وبيتو ٩٥ Peto 95، وبيتو ٩٦ Peto 96، وبيتو ٩٨ Peto 98، وكاسلونج Castlong، وكاسل مور إمبروفد Castlemore Improved) يراجع Nassar وآخرين (١٩٨٢، و١٩٨٤).

الهجـن

كانت أولى الهجن التى أُوصى بزراعتهـا فـى مـصر، هـى: كاسـلكس ١٠١٧ Castlex 1017، وجى إس ٣٠ GS 30، وفالى برايد Valley Pride، ورويال فلـش Royal Flush، وإسـكندرية ٦١ Alex 61، وإسـكندرية ٦٣ Alex 63، وجـى إس ٢٧ GS 27 (Nassar وآخرون ١٩٨٤)، وهى التى زُرعت فى مساحات محدودة خلال ثمانينيـات القرن الماضـى، ولكن لم تنتشر زراعتها، لأن منتجى الطماطم لم يكن لهم — حينئـذٍ — سـابق خـبرة بزراعـة الهجن.

ومع بداية التوسع فى زراعة الطماطم فى الأراضى الصحراوية الحديثة الاستصلاح، بدأ الطلب يزداد على الهجن عالية الإنتاجية، والتى لا تكون الزراعة الصحراوية اقتصادية بغيرها. وقد ترتب على ذلك انتشار زراعة عديد من الهجن، أُدخل معظمها فى الزراعة بعد التوصية بها وتسجيلها، بينما انتشرت زراعة بعضها بمعرفة كبار المنتجين أنفسهم.

وعلى الرغم من أن شهرة الهجين بين منتجى الطماطم هى التى تُحدد — غالبًا — اختيار المزارعين له، إلا إنه يتعين أن يُبنى الاختيار على ما للهجين من مميزات تجعله الأصلح للزراعة فى الظروف المحدِّدة للإنتاج، مثل الظروف البيئية القاسية من برودة وحرارة وملوحة، وآفات التربة، خاصة نيماتودا تعقد الجذور، والأوبئة المرضية خاصة فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم، وغير ذلك من عوامل الشد البيئى والحيوى.

ونقدم — فيما يلى — قائمة بأهم هجن الطماطم التى عَرفت طريقها إلى الزراعة فى مصر:

أولا: الهجن غير المتحملة لفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم

من أهم هذه الهجن ما يلى:

١- نيما ١٤٠٠ Nema 1400:

نموه الخضرى محدود determinate، ولكنه غزير وقوى، مبكر، وثماره بيضاوية

متوسطة الحجم والصلابة، يصلح لأغراض التصنيع والاستهلاك الطازج. **ويناسب الزراعة فى العروتين: الصيفية المبكرة والعادية** والعروة الخريفية. مقاوم لنيماتودا تعقد الجذور.

٢- بيتوبرايد ٢ Petopride No. 2:

هجين ذو نمو خضرى محدود، مندمج، وقوى، مبكر، ثماره كروية، عالية الصلابة، متوسطة الحجم، غير مفصصة، مقاومة للتشقق. **يصلح للزراعة فى العروتين: الصيفية المبكرة والعادية، والعروة الخريفية المتأخرة، كما يصلح للزراعة فى العروة الشتوية تحت الأنفاق المنخفضة**. من أعلى أصناف التصنيع محصولاً، ويصلح – كذلك – للاستهلاك الطازج.

٣- مادير Madeer:

هجين ذو نمو خضرى محدود وكثيف، مبكر، يناسب التصنيع، وثماره متوسطة الحجم، مكعبة دائرية، ملساء، عالية الصلابة، تتحمل النقل، ولا تصاب بالتشقق. لا يتحمل درجات الحرارة العالية أو المنخفضة؛ لذا.. **يزرع فى العروتين: الصيفية المبكرة والخريفية**.

٤- الوادى Al-Wadi:

نموه الخضرى غزير جدًا، متوسط التبكير فى النضج، ثماره ملساء كبيرة الحجم، غير صلبة. مقاوم لنيماتودا تعقد الجذور، **يصلح للزراعة فى العروة الخريفية، وتحت الأنفاق البلاستيكية**، وهو من أصناف الاستهلاك الطازج.

٥- هيمار Hymar:

نموه الخضرى محدود، وقوى، ومفتوح. ثماره كبيرة الحجم، وصلبة نسبيًا، ومفصصة، ولحمية. مقاوم لينماتودا تعقد الجذور. **يصلح للزراعة فى العروة الخريفية**، وهو من أصناف الاستهلاك الطازج.

٦- جى إس ١٢ GS 12:

يصلح للاستهلاك الطازج والتصنيع، ثماره صلبة تتحمل الشحن، كروية، صغيرة الحجم. **يصلح للزراعة تحت الأنفاق، ويناسب العروة الصيفية العادية والمتأخرة.** يعقد فى الحرارة العالية.

٧- كارمللو Carmello:

غير محدود النمو، **يصلح للزراعة على دعامات فى الحقل المكشوف (وكذلك فى الزراعة المحمية)**، متوسط التكبير فى النضج، الثمار مفلطحة قليلاً، كبيرة الحجم، مقاوم لنيماتودا تعقد الجذور.

٨- فكولتا ٥٨:

يناسب الزراعة الأرضية، والرأسية فى الحقول المكشوفة. ثماره صلبة، متوسطة الحجم، كروية منضغطة قليلاً. من أصناف الاستهلاك الطازج، **يصلح للزراعة فى العروة الخريفية**، مقاوم لنيماتودا تعقد الجذور.

٩- هجين ٥٦٥٦:

نموه الخضرى غزير، **يناسب الزراعة تحت الأنفاق وفى العروتين الصيفية المبكرة، والخريفية المتأخرة (الشتل فى أول سبتمبر).** ثماره كروية مفلطحة قليلاً، متوسطة الصلابة، كبيرة الحجم، وهو من أصناف الاستهلاك الطازج.

١٠- هجين ١٨٩:

نموه الخضرى غزير، يربى رأسيًا فى الحقول المكشوفة، يصلح للشتل فى شهرى يوليو وأغسطس، ثماره كبيرة وصلبة تتحمل الشحن.

١١- فكولتا ٣٨ (ياسمين):

يناسب الزراعة الأرضية، والرأسية فى الحقول المكشوفة، ثماره كبيرة، كروية مفلطحة، صلبة. **يصلح للزراعة فى العروة الخريفية.** يستمر حصاده لمدة ٦-٨ أسابيع.

١٢- أوريت :Orit

ثماره كبيرة، مفلطحة ومفصصة، غير صلبة، **يصلح للزراعة تحت الأنفاق**، وقد ظهر منه الهجين أوريت محسن.

١٣- نعمة Naama:

ثماره كبيرة، مفلطحة، غير صلبة. **يصلح للزراعة تحت الأنفاق**.

١٤- هجين ٨٠٥٩:

ثماره كروية، كبيرة الحجم، صلبة، **يناسب العروة الصيفية، يمكن زراعته أرضًا أو تربيته على دعائم**، مقاوم لينماتودا تعقد الجذور.

١٥- هجين ف ١٧٩:

غير محدود النمو، مبكر، يعقد جيدًا فى الجو الحار. **يصلح للزراعة أرضًا وعلى دعائم وفى الصوبات**، ثماره كروية، وصلبة.

١٦- هجين ٦١٣٠:

يصلح للعروات الصيفية، وللعروة الخريفية، ثماره كروية، صلبة، وكبيرة الحجم.

١٧- سلسلة أصناف بار Br، ومنها: بار ٥٤ وبار ٨١، وبار ٨٣، وهى **تصلح للزراعات الحقلية أرضًا، أو على دعائم**، وثمارها متوسطة إلى كبيرة الحجم، وصلبة، وكذلك أصناف بار ١٢٤، وبار ١٣٩، وبار ١٤٠ وثمارها كريزية تحمل فى عناقيد كبيرة.

١٨- هاينز ٩٤٢٣ Heinz 9423:

هجين متوسط النمو الخضرى ومتوسط فى موعد النضج. الثمار بدون مفصل وذات نضج متجانس. يصلح للحصاد الآلى عند نضج ٨٠٪ من الثمار. النضج متجانس وأقل

عرضة للإصابة بالأكتاف الصفراء أو الخضراء. يناسب التصنيع ، **ويصلح للزراعة فى العروة الصيفية المبكرة**.

١٩- هاينز ٩٤٢٢ Heinz 9422:

هجين مشابه للهجين هاينز ٩٤٢٣ غير أنه متوسط إلى غزير النمو الخضرى ومتأخر النضج عنه. يناسب التصنيع ، **ويصلح للزراعة فى العروة الصيفية المبكرة**.

٢٠- هاينز ٢٧١٠:

متوسط النمو الخضرى. ثماره صلبة تناسب التصنيع **يصلح للزراعة فى العروة الصيفية المبكرة**.

٢١- عزيزة Aziiza:

النمو الخضرى قوى يغطى الثمار جيدًا. ثماره صلبة جدًّا بيضية الشكل متوسطة إلى كبيرة الحجم. **يناسب العروتين الصيفية المبكرة والصيفية**. يتحمل العقد فى الحرارة المرتفعة نسبيًا. يناسب الاستهلاك الطازج والتصنيع.

٢٢- نيما جارد Nema Guard:

النمو الخضرى قوى يُغطى الثمار جيدًا. ثماره صلبة كروية إلى مكعبة متوسطة إلى كبيرة الحجم. **يناسب العروة الصيفية المبكرة والصيفية ويمكن زراعته تحت الأنفاق**. مقاوم لنيماتودا تعقد الجذور.

٢٣- فيروز Fayrouz:

النمو الخضرى قوى يغطى الثمار جيدًا. ثماره صلبة جدًّا كروية إلى مكعبة، متوسطة إلى كبيرة الحجم. **يُناسب الزراعة فى العروة الصيفية المبكرة والصيفية**. مقاوم لنيماتودا تعقد الجذور.

٢٤- مليكة Malika:

النمو الخضرى قوى جدًا ومفترش. ثماره صلبة جدًا بيضية إلى مكعبة، متوسطة إلى كبيرة الحجم. **يُناسب الزراعة فى العروات الصيفية المبكرة والصيفية والخريفية.** مقاوم لنيماتودا تعقد الجذور.

٢٥- جنان:

النمو الخضرى قوى. ثماره صلبة. **يناسب الزراعة فى العروة الصيفية المبكرة.** لا يتحمل الحرارة العالية.

٢٦- سوبر استرين بى هجين:

متوسط النمو الخضرى. ثماره صلبة متوسطة الحجم. يناسب الاستهلاك الطازج والتصنيع. **يصلح للعروة الصيفية العادية والمتأخرة.** تنتشر زراعته فى منطقة النوبارية والبستان.

٢٧- فاكولتا ٣٨:

النمو الخضرى قوى جدًا. ثماره كبيرة متوسطة الصلابة كبيرة الحجم. يتحمل الحرارة العالية. **يُناسب العروة الصيفية العادية والمتأخرة.**

٢٨- أطلس برايد:

النمو الخضرى قوى، ثماره كروية إلى مبططة قليلاً، ومتوسطة الصلابة والحجم. يتحمل الحرارة العالية. **يناسب الزراعة فى العروة الصيفية العادية والمتأخرة.**

٢٩- برق:

النمو الخضرى متوسط. ثماره متوسطة الحجم عالية الصلابة. **يُناسب الزراعة فى العروة الصيفية المبكرة والصيفية وعروة الأنفاق.** مقاوم لنيماتودا تعقد الجذور.

٣٠- جامباكت Jampact :

النمو الخضرى قوى جدًا ويغطى الثمار جيدًا. ثماره متوسطة الحجم وصلبة. **يُناسب الزراعة فى العروات الصيفية**. يتحمل الحرارة العالية ومقاوم لنيماتودا تعقد الجذور.

٣١- كاليفورنيا صخر:

النمو الخضرى قوى. ثماره كروية متوسطة الصلابة. يُناسب الاستهلاك الطازج، **والزراعة فى العروة الصيفية المبكرة**.

٣٢- فوربيلا :

النمو الخضرى قوى يغطى الثمار. ثماره كروية متوسطة الصلابة ومتوسطة إلى كبيرة الحجم. **يناسب العروة الصيفية المبكرة**.

٣٣- روكستون :

النمو الخضرى قوى جدًا ويغطى الثمار جيدًا. ثماره كروية صلبة كبيرة الحجم **يُناسب الزراعة فى العروة الصيفية المبكرة**، ويتحمل التقلبات الحرارية.

٣٤- نورا :

قوى النمو. ثماره متوسطة الحجم صلبة جيدة الطعم وتصلح للتصدير. **يُناسب الزراعة فى العروة الخريفية السلكية**. يتحمل البرودة.

٣٥- فرانكو:

النمو الخضرى قوى. ثماره كروية إلى مبططة ومتوسطة الحجم. **يُناسب الزراعة فى العروة الخريفية السلكية**.

٣٦- برلينا:

النمو الخضرى قوى. ثماره كبيرة متوسطة الصلابة. **من أفضل الأصناف للعروة الشتوية.**

٣٧- سوبر سيدا (سبيدى):

النمو الخضرى قوى. ثماره كروية متوسطة الصلابة متوسطة إلى كبيرة الحجم **يزرع تحت الأقبية (الأنفاق) البلاستيكية.**

ومن بين الهجن المحلية - من هذه الفئة - التى وجدت طريقها على نطاق محدود فى الزراعة المحلية، ما يلى:

١- أصيل:

يصلح للعروة الصيفية المبكرة، ويمكن زراعته تحت الأنفاق البلاستيكية. نموه الخضرى قوى، وثماره كبيرة مبططة قليلاً، ومتوسطة الصلابة. يُناسب الاستهلاك الطازج.

٢- صحراوى:

يصلح للعروة الخريفية. نموه الخضرى متوسط، وثماره كروية وصلبة. يُناسب الاستهلاك الطازج.

٣- ريماليدى:

يصلح للعروة الصيفية العادية. نموه الخضرى قوى جدًا، وثماره كروية متوسطة الصلابة. يناسب الاستهلاك الطازج.

٤- فجر:

يصلح للعروة الصيفية المبكرة، ويمكن زراعته تحت الأنفاق البلاستيكية. متوسط النمو الخضرى، وثماره تميل إلى الاستطالة ومتوسطة الصلابة.

٥- ماستر ١٠٠ (أو صباحية ١٠١):

يصلح للزراعة فى العروتين الصيفية المبكرة والخريفية. نموه الخضرى متوسط، وثماره مكشوفة وبيضاوية متوسطة الحجم. يُناسب الاستهلاك الطازج والتصنيع. مقاوم لنيماتودا تعقد الجذور (Hashem ١٩٩٧).

٧- روضة روك، وروضة ٢٠٠٠:

كلاهما من الهجن المحلية (Hashem ١٩٩٧) المنتجة لغرض الاستهلاك الطازج، وهما مقاومان لنيماتودا تعقد الجذور. **يناسب روضة روك الزراعة فى العروة الصيفية، بينما يصلح روضة ٢٠٠٠ للزراعة فى العروة الخريفية**، وكلاهما يتميز بالمحصول العالى والتبكير فى النضج.

ثانيًا: الهجن التى تتحمل الإصابة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم

من أهم هذه الهجن ما يلى:

١- فيونا Fiona (أو E437):

نموه الخضرى محدود ومفتوح (غير مندمج)، ثماره صغيرة إلى متوسطة الحجم، قليلة الصلابة. يتحمل الإصابة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم بصورة مقبولة، كما أنه يقاوم نيماتودا تعقد الجذور. **يصلح للزراعة الخريفية.**

٢- جاكال Jakal (أو E438):

نموه الخضرى محدود ومندمج، مبكر، ثماره صغيرة مكعبة دائرية، متوسطة الصلابة ولونها أحمر فاتح. يتحمل فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم.

وقد أُتبع ذلك بالصنف الهجن سوبر جاكال المتحمل للحرارة العالية والأكثر تحملاً للفيرس **وكلاهما يصلح للزراعة فى العروة الصيفية المتأخرة والخريفية.**

٣- سى إل ١٥٠ Cl 150:

نموه الخضرى محدود، وقوى، وممتد (منتشر)، مبكر النضج، ثماره متوسطة الحجم، كروية، صلبة، مقاومة للتشقق، وتتحمل الشحن. يتحمل فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم إلى حد ما. **يُناسب العروة الشتوية، ويتحمل الحرارة المنخفضة.**

٤- تى واى كنج Ty-King:

من أكثر الأصناف تحملاً للإصابة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم، حيث لا تظهر عليه أى أعراض للمرض. نموه الخضرى محدود ومفتوح، متوسط التبكير فى النضج، ثماره متوسطة الحجم، مفلطحة، مفصصة قليلاً، ومتوسطة الصلابة. مقاوم لنيماتودا تعقد الجذور. **يصلح للزراعة الخريفية.**

٥- تى واى جولد Ty-Gold:

نموه الخضرى غير محدود وقوى، مبكر، ثماره متوسطة إلى كبيرة الحجم، مفلطحة عميقة. بالإضافة إلى تحمله لفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم فإنه يقاوم نيماتودا تعقد الجذور. **يصلح للزراعة الخريفية.**

٦- إى ٤٤٨ E448 (القدس):

محدود النمو، مبكر، ثماره مكعبة دائرية، ومتوسطة الحجم. يتحمل الإصابة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم. **يُناسب العروة الصيفية المتأخرة والخريفية والشتوية المبكرة.**

٧- إى ٤٤٦ E446 (دنيس):

محدود النمو، مبكر، النمو الخضرى قوى، ومفتوح، ثماره متوسطة الحجم، وصلبة، وحمراء قاتمة اللون عند النضج. عالى التحمل لفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم. **يصلح للزراعة فى العروتين الصيفية المتأخرة والخريفية.**

٨- الهجين صوفى Sophy (E445):

محدود النمو، متوسط التأخير فى النضج، ثماره مكعبة دائرية وصلبة، ومتوسطة الحجم، وجيدة التلوين عند النضج. عالى التحمل لفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم. **يصلح للزراعة فى العروة الخريفية.**

٩- تريسى Tracie:

أنتج فى عام ٢٠٠٤ كأول صنف منيع ضد الإصابة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم (الإنترنت). **يناسب الزراعة فى العروة الخريفية.**

١٠- سارة Sara:

النمو الخضرى قوى ومندمج يغطى الثمار جيدًا. ثماره صلبة كروية متوسطة إلى كبيرة الحجم. **يناسب العروتين الصيفية المتأخرة والخريفية.** يتحمل فيرس اصفرار وتجعد أوراق الطماطم.

١١- أصالة Assala:

النمو الخضرى قوى يغطى الثمار جيدًا. ثماره كروية متوسطة إلى كبيرة الحجم. **يُناسب العروتين الخريفية والشتوية المبكرة.** يتحمل العقد فى الحرارة المنخفضة نسبيًا. يتحمل فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم.

١٢- سوناتا Sonata:

النمو الخضرى قوى جدًا ويغطى الثمار جيدًا. ثماره صلبة كروية متوسطة إلى كبيرة الحجم. **يُناسب العروتين الصيفية والخريفية.** يتحمل العقد فى الحرارة المرتفعة نسبيًا. يتحمل فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم.

١٣- موناليزا Monaliza:

النمو الخضرى قوى جدًا ويغطى الثمار جيدًا. ثماره صلبة كروية كبيرة الحجم **يصلح للعروة الخريفية.** يتحمل فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم.

١٤- رابحة Rabha:

النمو الخضرى قوى جدًا ويغطى الثمار جيدًا. ثماره صلبة كروية إلى مكعبة الشكل كبيرة الحجم. **يصلح للعروة الخريفية**. يتحمل فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم.

١٥- عاليا Alia:

النمو الخضرى قوى. ثماره صلبة مكعبة دائرية متوسطة إلى كبيرة الحجم. **يصلح للزراعة على أسلاك فى الحقول المكشوفة وكذلك فى الصوبات**. يتحمل فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم.

١٦- هبة:

النمو الخضرى قوى. ثماره صلبة وكبيرة الحجم. **يناسب العروتين الصيفية المبكرة والصيفية المتأخرة والخريفية**. يصلح للاستهلاك الطازج. يتحمل الحرارة العالية وفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم.

١٧- ياسمين:

النمو الخضرى قوى. ثماره كروية صلبة وكبيرة الحجم. يصلح للاستهلاك الطازج. **يُناسب العروة الصيفية العادية والمتأخرة والخريفية**. يتحمل الحرارة العالية وفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم.

١٨- سوبر رد:

النمو الخضرى قوى. ثماره صلبة كروية كبيرة الحجم. **يناسب الزراعة فى العروة الصيفية المتأخرة والخريفية**. يتحمل البرودة إلى حد ما، ويتحمل فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم جيدًا، ومقاوم لنيماتودا تعقد الجذور.

١٩- جواهر:

النمو الخضرى قوى يغطى الثمار جيدًا. ثماره كبيرة متوسطة الصلابة. **يناسب**

الزراعة فى العروة الصيفية المبكرة والعادية والخريفية. يتحمل فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم.

٢٠- أدورا Adora:

النمو الخضرى قوى جدًا وقائم ويغطى الثمار جيدًا. ثماره كروية كبيرة وصلبة. **يُناسب العروة الصيفية العادية والمتأخرة والخريفية المبكرة**. يتحمل الحرارة العالية. مقاوم لفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم وكذلك للبياض الدقيقى.

٢١- مرام:

النمو الخضرى قوى يغطى الثمار جيدًا. ثماره كروية كبيرة. **يُناسب الزراعة فى العروة الصيفية المتأخرة والخريفية**. يتحمل الحرارة العالية وفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم.

٢٢- روان:

النمو الخضرى قوى يُغطى الثمار جيدًا. ثماره كروية صلبة كبيرة الحجم. **يُناسب العروة الصيفية المتأخرة والخريفية**. يتحمل الحرارة العالية وفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم الأصفر.

٢٣- هجين ٣٤٧٩:

متوسط النمو الخضرى. ثماره بيضاوية متوسطة الحجم وصلبة **يناسب العروة الصيفية المتأخرة والخريفية**. يتحمل الحرارة العالية وفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم بدرجة عالية.

٢٤- ألترا:

متوسط النمو الخضرى ويغطى العرش الثمار بدرجة متوسطة. ثماره بيضاوية صلبة ومتوسطة الحجم. **يناسب الزراعة فى العروة الصيفية المتأخرة والخريفية**. يتحمل الحرارة العالية وفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم بدرجة عالية.

٢٥- جولدستون:

النمو الخضرى قوى ويغطى معظم الثمار. ثماره كروية صلبة. **يصلح للزراعة فى العروة الصيفية المتأخرة والخريفية**. يتحمل الحرارة العالية وفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم.

٢٦- المروة:

متوسط النمو الخضرى ويغطى العرش الثمار بدرجة متوسطة. ثماره بيضاوية صلبة متوسطة الحجم. يصلح للاستهلاك الطازج والتصنيع. **يناسب الزراعة فى العروة الصيفية المتأخرة والخريفية**. متوسط التحمل للحرارة العالية، ويتحمل فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم جيدًا.

٢٧- راما:

النمو الخضرى قوى ويغطى معظم الثمار. ثماره كروية متوسطة الصلابة ومتوسطة إلى كبيرة الحجم. **يُناسب الزراعة فى العروة الصيفية المتأخرة والخريفية**. يتحمل فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم جيدًا.

٢٨- هجين ٢٠٥٩:

متوسط النمو الخضرى. ثماره كروية صلبة متوسطة إلى كبيرة الحجم. **يناسب الزراعة فى العروة الصيفية المتأخرة والخريفية**. متوسط التحمل للحرارة العالية، وعالى التحمل لفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم.

٢٩- ساريا محسن:

متوسط النمو الخضرى. ثماره متوسطة الصلابة. **يناسب الزراعة فى العروة الصيفية المتأخرة والخريفية**. عالى التحمل لفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم.

٣٠- زمردة:

متوسط النمو الخضرى. ثماره كروية يُناسب الاستهلاك الطازج. **يصلح للزراعة فى العروة الصيفية المتأخرة والخريفية**. يتحمل الحرارة إلى حد ما، ويتحمل فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم، ومقاوم لنيماتودا تعقد الجذور.

٣١- هجين ٩٢٥:

النمو الخضرى غزير ويصل ارتفاع النبات لأكثر من مترين. ثماره كروية كبيرة الحجم مفصصة قليلاً. **يُناسب الزراعة فى العروة الخريفية السلكية فى الأرض المكشوفة**. يتحمل فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم، إلا إنه حساس للبياض الدقيقى.

٣٢- كرنك:

النمو الخضرى قوى يصل ارتفاعه إلى نحو المترين. ثماره كروية متوسطة الحجم **يناسب الزراعة فى العروة الخريفية السلكية**. يتحمل الحرارة العالية وفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم والبياض الدقيقى.

٣٣- ريم:

النمو الخضرى قوى جدًا ويصل ارتفاع النبات لأكثر من مترين. ثماره كروية صلبة ومتوسطة الحجم. **يناسب الزراعة فى العروة الخريفية السلكية**. يتحمل فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم.

٣٤- هجين R-190:

قوى النمو الخضرى **ويستخدم فى الزراعة السلكية فى العروة الخريفية**. ثماره متوسطة إلى كبيرة الحجم. يتحمل البرودة ومتوسط التحمل لفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم.

ثالثا: هجن الطماطم الكريزية والعنقودية

١- هجن كريزية محدودة النمو تناسب الزراعة الأرضية:

منها الهجن سمول فراى Small Fry، وسويتى Sweetie، وشيرى جراندى Cherry Grande.

٢- أصناف كريزية غير محدودة النمو، ومنها:

• لارج رد شيرى Large Red Cherry .. وهو من أهم أصناف الشيرى ذات الثمار الكبيرة الحجم نسبيًا.

• شوجر سناك Sugar Snack .. وثماره متوسطه الحجم ومرتفعة فى نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية.

• صن جولد Sun Gold .. وثماره صفراء اللون.

٣- الهجن العنقودية Cluster التى يمكن حصادها فى عناقيد، منها.

• دانيلا Daniela.. يتميز بالقدرة التخزينية العالية.

رابعًا: هجن الزراعات المحمية

جميع أصناف الزراعات المحمية من الهجن غير محدودة النمو عالية الإنتاج، ومن أكثرها انتشارًا ما يلى:

١- كارميللو Carmello:

غزير النمو الخضرى، ثماره كبيرة الحجم، منضغطة قليلاً، لحمية مفصصة، ذات كتف أخضر، جيدة الطعم، وهو يصلح لكل من الزراعات المحمية والمكشوفة، ومقاوم لنيماتودا تعقد الجذور.

٢- مونت كارلو Monte Carlo:

قوى النمو الخضرى، ثماره متوسطة الحجم. متجانسة فى هذه الصفة، لحمية، وهو مقاوم لنيماتودا تعقد الجذور.

٣- تيركوزا Terqueza:

ثماره متوسطة الحجم، ومتجانسة فى تلك الصفة فى العنقود الواحد، وفى مختلف العناقيد على امتداد الساق. مقاوم لنيماتودا تعقد الجذور.

٤- دومبللو Dombillo:

قوى النمو الخضرى، ثماره متوسطة إلى كبيرة الحجم، متجانسة فى هذه الصفة، لحمية، وغير مفصصة، وهو مقاوم لنيماتودا تعقد الجذور.

٥- برمودا Bermuda:

ثماره كبيرة الحجم، مفلطحة قليلاً، صلبة ولحمية، يصلح للشحن والتصدير، وهو مقاوم لنيماتودا تعقد الجذور.

٦- تركوزا تى واى ٢ Turquesa Ty-2:

هجين الزراعات المحمية الوحيد (غير محدود النمو) الذى يتحمل الإصابة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم، ويقاوم كذلك نيماتودا تعقد الجذور. ثماره صغيرة قليلة الصلابة، كروية إلى مفلطحة قليلاً، لونها عند النضج أحمر باهت قليلاً.

أصناف الطماطم القديمة المتوارثة

إن من أهم أصناف الطماطم القديمة المتوارثة heirloom، ما يلى:

الصنف	خصائصه
Big Boy	الثمار كبيرة الحجم
Black Krim	الثمار قرمزية وحمراء اللون
*Brandywine	الثمار حمراء طراز بيف استيك- غير محدود النمو
Early Girl	ميكر ذات ثمار كروية
*Mortgage Lifter	طراز بيف استيك ضخم الثمار
Roma VF	ثماره برقوقية الشكل
Rutgers	ثماره كبيرة وكروية
San Marzano	ثماره برقوقية

الصنف	خصائصه
*Andraw Rahart Jumbo Red	ثماره كبيرة طراز بيف استيك
*Black Cherry	ثماره كريزية سوداء إلى بنية اللون
*Box Car Willie	ثماره حمراء طراز بيف استيك
*Cherokee Purple	ثماره قرمزية طراز بيف استيك
*Crnkovic Yugoslavian	ثماره حمراء طراز بيف استيك
*Earl's Faux	ثماره وردية إلى حمراء طراز بيف استيك
*Elbe	ثماره برتقالية طراز بيف استيك
*Great Divide	ثماره حمراء طراز بيف استيك
*Lucky Cross	ثماره ذات لونين أحمر وبرتقالى
*Marianna's Peace	ثماره حمراء طراز بيف استيك

* الطعم جيد جدًا ومتميز.

الفصل الثالث

العوامل البيئية وتأثيراتها

العوامل البيئية هى إما أرضية أو جوية .

العوامل الأرضية

يندرج تحت العوامل الأرضية كلاً من طبيعة التربة، ورقمها الأيدروجينى (الـ pH)، ومحتواها من العناصر الكبرى، ومستوى ملوحتها وملوحة مياه الرى، ونقص الرطوبة الأرضية، وغدق التربة.

طبيعة التربة

تنجح زراعة الطماطم فى جميع أنواع الأراضى من الرملية إلى الطينية، وأفضلها الطميية. ويكون الإنتاج عاليًا فى كلٍ منها — إذا ما رُوعيت عمليات الخدمة التى تُناسبها. وعمومًا.. يكون النمو النباتى سريعًا والإنتاج مبكرًا فى الأراضى الرملية، مقارنة بالنمو والإنتاج فى الأراضى الثقيلة.

الرقم الأيدروجينى للتربة

على الرغم من إمكان زراعة الطماطم فى مجال واسع من الرقم الأيدروجينى للتربة، فإن الـ pH المناسب يتراوح بين ٥,٥، و٧,٠، وتظهر مشكلة تثبيت بعض العناصر (مثل الفوسفور، والحديد، والنحاس، والبورون، والمنجنيز، والزنك) عند ارتفاع الـ pH كثيرًا عن ذلك؛ الأمر الذى يتعين معه تعويض النقص فى تيسر تلك العناصر بالتسميد المناسب.

محتوى التربة من العناصر المغذية الكبرى

يُبين جدول (٣-١) المحتوى المناسب لزراعة الطماطم من عناصر الفوسفور والبوتاسيوم والمغنيسيوم والكالسيوم فى كل من الأراضى الرملية والصفراء، والصفراء السلتية، والصفراء الثقيلة والطينية.

جدول (٣–١): تحليل التربة المناسب لزراعة الطماطم (بالكجم للفدان).

نوع التربة	الفوسفور	البوتاسيوم المتبادل	المغنيسيوم المتبادل	الكالسيوم المتبادل
الرملية أو الصفراء	٤٥–٦٠	١٠٠–١٥٠	٧٠–١٣٥	٩٠٠–١٣٥٠
الصفراء السلتية	٦٠–٧٠	١٥٠–١٩٠	١٣٥–١٩٠	١٣٥٠–٢٠٠٠
الصفراء الثقيلة والطينية	٧٠–٨٠	١٩٠–٢٢٥	١٩٠–٢٧٠	٢٠٠٠–٣١٥٠

المصدر: Fresh market tomatoes, University of Missouri Extension. The Internet

ملوحة التربة

بالنسبة للملوحة الأرضية فإن نباتات الطماطم يمكنها تحمل ملوحة تصل إلى ٢٥٠٠ جزء فى المليون (EC= ٣,٩ مللى موز) دون أن يتأثر نموها بدرجة ملحوظة. ويقل نمو وإنتاج الطماطم بارتفاع الملوحة عن ذلك حتى ٦٤٠٠ جزء فى المليون (EC = ١٠ مللى موز)، ويصبح إنتاجها غير اقتصادى فى مستويات الملوحة الأعلى من ذلك.

ويكون التأثير السلبى للملوحة الأرضية على كل من إنبات البذور، والنمو النباتى، والإصابات المرضية. فتؤدى الملوحة العالية إلى تأخير الإنبات، وانخفاض نسبة الإنبات، ومعدل استطالة البادرات، ومعدل النمو النباتى، والوزن الجاف للنباتات (ولكن تزداد فيها نسبة المادة الجافة بسبب ضعف النمو)، وعدد الثمار المنتجة، ووزن الثمرة الواحدة. كما تؤدى زيادة الملوحة الأرضية إلى زيادة قابلية النباتات للإصابة بكل من مرض سقوط البادرات، وعفن الجذر الفيتوفثورى، ونيماتودا تعقد الجذور.

ويمكن القول — بصفة عامة — أن أصناف الطماطم الكريزية الثمار أكثر تحملاً للملوحة عن غالبية الأصناف العادية (Caro وآخرون ١٩٩١). وتؤدى زيادة الملوحة — بدءًا من EC = ٥,٠ مللى موز حتى EC = ٨,٠ مللى موز/سم — إلى زيادة محتوى الثمار من السكريات والمادة الجافة، وإلى زيادة نسبة ثمار الدرجة الأولى، ولكن مع حدوث انخفاض فى المحصول الكلى يزداد تدريجيًا مع زيادة مستوى الملوحة. ومع وصول

الملوحة إلى EC = ١٢ مللى موز/سم يحدث انخفاض فى كل من عدد الثمار/نبات، والوزن الجاف للثمرة، ومحتواها من السكريات، ويقل المحصول بشدة (Adams ١٩٩١). وترتبط زيادة الثمار فى الحجم عكسيًّا مع كل من الزيادة فى ملوحة المحلول المغذى (أو المحلول الأرضى)، وفترة التعرض للملوحة العالية أثناء تكوين الثمار.

هذا.. وتُسرع الملوحة العالية من وصول الجذور إلى مرحلة الشيخوخة، وتزيد من قابليتها للإصابة بمرض عفن الجذر الفيتوفثورى، وتقلل من كفاءة النمو الخضرى فى عملية البناء الضوئى كما يزيد إنتاج الإثيلين بالنموات الخضرية؛ مما يُسرع من شيخوختها. وتحدث تلك التأثيرات سواء أكان مرد الملوحة العالية إلى زيادة فى تركيز العناصر المغذية الكبرى، أم إلى زيادة فى تركيز كلوريد الصوديوم.

ظروف نقص الرطوبة الأرضية

يؤدى تعرض نباتات الطماطم لنقص فى الرطوبة الأرضية إلى غلق للثغور وضعف فى قدرة النباتات على البناء الضوئى، ونقص فى المحصول، وزيادة فى نسبة الثمار التى تُصاب بتعفن الطرف الزهرى، ولكن مع تحسن فى نوعية الثمار؛ حيث تكون أفضل لونًا، ويزداد فيها تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية، والسكروز والجلوكوز والفراكتوز (Romero-Aranda & Longuenesse ١٩٩٥، و Pulupol وآخرون ١٩٩٦).

غدق التربة

يظهر على الطماطم النامية فى الأراضى الغدقة (وهى الأراضى التى يرتفع فيها مستوى الماء الأرضى إلى القرب من سطح التربة، والأراضى التى تزيد فيها الرطوبة إلى مستوى التشبع لفترة طويلة) أعراض مميزة، من أهمها ما يلى:

١- نمو جذور عرضية بكثرة، ولذلك علاقة بزيادة مستوى الإثيلين بالنباتات، مع نقص فى محتوى النباتات من كل من المواد الكربوهيدراتية والكلوروفيل (Poysa وآخرون ١٩٨٧، وBasiouny وآخرون ١٩٩٤).

٢- ضعف نمو الساق، وقلة استطالة الأوراق، وضعف النمو الخضرى بصورة عامة.

٣- اصفرار الأوراق السفلى.

٤- انحناء أنصال الأوراق لأسفل؛ بسبب زيادة مستوى الإثيلين بالنباتات.

٥- ذبول الأوراق، ويتناسب ذلك طرديًا مع حدوث زيادة فى تراكم البرولين فى النباتات.

٦- نقص المحصول.

العوامل الجوية

تُعد الطماطم أحد محاصيل الجو الدافئ الحساسة للصقيع فى جميع مراحل نموها. وأفضل حرارة لإنبات البذور هى ٢٠ْم وأعلى من ذلك حتى ٣٥ْم. ويكون الإنبات بطيئًا جدًا فى حرارة تقل عن ١٦ ْم. وتتراوح الحرارة المثلى للنمو النباتى وعقد الثمار ونموها ونضجها بين ٢١، و٢٧ْم. ومع توفر رطوبة أرضية مناسبة يمكن أن تتحمل نباتات الطماطم حرارة تصل إلى ٣٨ ْم، إلاّ أن عقد الثمار يُضار بشدة. ويضعف نمو ثمار الطماطم وتقل جودتها عند انخفاض الحرارة نهارًا عن ٢٠ ْم، وتتعرض النباتات للإصابة بأضرار الصقيع إذا انخفضت حرارة الليل عن ١٠ْم (Le Strange وآخرون ٢٠٠٠).

ولقد كان عقد ثمار الطماطم منخفضًا فى حرارة ١٠ ْ، و١٢,٨ ْم، وكان مرد ذلك — أساسًا — إلى ضعف حيوية حبوب اللقاح وإنباتها. كذلك انخفض عقد الثمار على ٢٦,٧ْم، وكان مرد ذلك — أساسًا — إلى بروز الميسم من المخروط السدائى، وكذلك إلى ضعف قابلية المياسم لاستقبال حبوب اللقاح (Charles & Harris ١٩٧٢).

وبينما تُعد الحرارة أهم العوامل الجوية المؤثرة فى الطماطم، إلاّ إنها تتأثر بمختلف العوامل الجوية الأخرى من شدة إضاءة، وفترة ضوئية، ورطوبة جوية، ورياح، وأمطار... إلخ.

الحرارة العالية

التأثير على مراحل النمو

تَعد الطماطم من نباتات الجو الدافئ كما أسلفنا؛ فهى تحتاج إلى موسم نمو دافئ طويل خالٍ من الصقيع. ويتراوح المجال الحرارى الملائم — بصورة عامة — بين ١٨ و ٢٩ °م، كما تتجمد النباتات فى درجة حرارة أقل من الصفر المئوى، ولا يحدث نمو يذكر فى حرارة تقل عن ١٠ °م. ومع ارتفاع درجة الحرارة عن ذلك يزداد معدل النمو تدريجيًّا حتى تصل إلى ٣٠°م، حيث يؤدى تعريض النباتات لهذه الدرجة لفترة طويلة إلى جعل الأوراق صغيرة وباهتة اللون، وجعل السيقان رهيفة. وعلى العكس من ذلك.. نجد الأوراق عريضة، ولونها أخضر داكن، والسيقان سميكة فى درجات الحرارة المنخفضة نسبيًّا، والتى تقل عن ١٥ °م. ولا يحدث نمو يذكر فى درجة حرارة ثابتة (ليلاً ونهارًا)، وتزيد عن ٣٥°م.

ومما تجدر ملاحظته أن تفاوت درجات الحرارة بين الليل والنهار يناسب الطماطم، فقد وجد أن النمو النباتى كان أفضل فى حرارة ٢٣ °م نهارًا و١٧ °م ليلاً. وربما يرجع ذلك إلى إسهام الحرارة المنخفضة ليلاً فى تقليل كمية الغذاء المفقود بالتنفس أثناء الليل.

ولكل مرحلة من مراحل نمو نبات الطماطم وتطوره درجة الحرارة المثلى لها، بدءًا من إنبات البذور، وحتى نضج الثمار، ولكنها — باستثناءات قليلة — تكون فى المجال الحرارى المبين أعلاه. والاستثناءات هى احتياج بعض المراحل إلى حرارة أكثر انخفاضًا، مثل نمو الأوراق الفلقية (١٦—٢٠ °م)، وتكوين الأزهار وتفتحها (١٥ °م)، وعقد الثمار (١٨—٢٠ °م)؛ واحتياج النمو الخضرى لحرارة أكثر ارتفاعًا نهارًا، وأكثر انخفاضًا ليلاً (٣٥° نهارًا، و١٨ °م ليلاً). كما تقل درجة الحرارة المناسبة لأية مرحلة من النمو مع انخفاض شدة الإضاءة.

التأثير على عقد الثمار

يقل عقد ثمار الطماطم فى الحرارة العالية سواء أحدث الارتفاع فى درجة الحرارة ليلاً حتى ٢٥°م، أم نهارًا حتى ٣٨°م.

وتبعًا لكل من Rudich وآخرين (١٩٧٧)، و Levy وآخرين (١٩٧٨)، فإن الحرارة المرتفعة تضر بعقد الثمار فى الطماطم من خلال تأثيرها على العمليات الفسيولوجية التالية:

١- نقص مستوى المواد الكربوهيدراتية فى النبات.

٢- عدم انتقال المواد الكربوهيدراتية بكفاءة فى النبات.

٣- قلة إنتاج حبوب اللقاح، واختلال عملية تكوينها.

٤- ضعف حيوية، وإنبات حبوب اللقاح.

٥- بروز الميسم من المخروط السدائى.

٦- جفاف المياسم، وتلونها باللون البنى.

٧- عدم انشقاق المتوك.

ويحدث معظم التأثير الضار للحرارة العالية على العقد قبل تفتح الزهرة، خاصة إذ تواكب الارتفاع فى الحرارة مع بداية ظهور النورة الزهرية. وتتداخل معظم تأثيرات الحرارة العالية معًا؛ فيؤدى نقص مستوى المواد الكربوهيدراتية فى النبات أو عدم انتقالها بكفاءة إلى قلة إنتاج حبوب اللقاح، ويؤدى اختلال عملية تكوين حبوب اللقاح إلى ضعف حيويتها، ويؤدى بروز الميسم أو جفافه إلى عدم إتمام عمليتى التلقيح وإنبات حبوب اللقاح، على التوالى؛ أما عدم انشقاق المتوك فإنه يؤدى إلى عدم حدوث التلقيح من الأساس. هذا.. وتتوفر بين سلالات وأصناف الطماطم (مثل السلالة BL 6807 والصنف Saladette) مصادر لتحمل تأثير الحرارة العالية على مختلف الصفات التى أسلفنا بيانها (El-Ahmadi & Stevens ١٩٧٩).

وفى دراسة خاصة بتأثير الحرارة المرتفعة على محتوى النبات من البرولين توصل الباحثون إلى أن ارتفاع درجة الحرارة يؤدى إلى ارتفاع نسبة البرولين فى الأوراق على حساب نسبته فى المتوك، بينما يعد المحتوى المرتفع للبرولين فى المتوك ضروريًا لإكساب حبوب اللقاح القدرة على الإنبات فى الحرارة العالية (Kuo وآخرون ١٩٨٦).

وجدير بالذكر أن حيوية البويضات لا تتأثر بنفس القدر الذى تتأثر به حبوب اللقاح، خاصة عندما لا يزيد ارتفاع الحرارة عن ٣٣ ْم، والدليل على ذلك أن العقد يتحسَّن فى الأزهار المعاملة بالحرارة العالية عندما تلقح مياسمها بحبوب لقاح مأخوذة من نباتات لم تتعرض للحرارة المرتفعة.

الحرارة المنخفضة

التأثير على نمو البادرات والإزهار

يؤدى تعرُّض بادرات ونباتات الطماطم الصغيرة لحرارة منخفضة تتراوح بين ١، و ٦ ْم إلى ظهور لون أزرق قرمزى على سيقان وأوراق النباتات، وإلى ضعف نموها. ويرجع ذلك إلى نقص امتصاص عنصر الفوسفور فى الحرارة المنخفضة؛ فتظهر أعراض نقصه متمثلة فى اللون المذكور. فضلاً عن أن الحرارة المنخفضة تؤدى إلى ظهور الصبغات المسئولة عن اللون. وتُعالج هذه الحالة برفع درجة الحرارة فى المشاتل المحمية، وبرش البادرات بأسمدة ورقية غنية بالفوسفور، وبإضافة الأسمدة الفوسفاتية أسفل البذور بمسافة ٢–٣ سم عند الزراعة بالبذور مباشرة direct seeding فى الجو البارد.

وبعد أن يكتمل تكوين ونمو الأوراق الفلقية، يؤدى تعرض البادرات لحرارة تتراوح بين ١٠ و ١٣ ْم، لمدة ٢–٤ أسابيع، إلى زيادة عدد الأزهار فى العنقود الزهرى الأول، وبالتالى إلى زيادة المحصول المبكر، كما تؤدى هذه المعاملة إلى تقليل عدد الأوراق المتكونة قبل ظهور العنقود الزهرى الأول، إلاّ أن الحصاد يتأخر قليلاً بسبب بطء النمو النباتى خلال فترة التعريض للبرودة. وتجرى هذه المعاملة بصورة روتينية فى الزراعات المحمية، بالدول ذات الجو البارد، بهدف زيادة المحصول المبكر.

التأثير على عقد الثمار وتلوينها

نجد فى المناطق، وفى المواسم الباردة أن لدرجة الحرارة ليلاً تأثيرًا كبيرًا على عقد الثمار فى الطماطم؛ فلا يحدث العقد إلا إذا ارتفعت درجة الحرارة ليلاً عن ١٣ °م. ونجد تحت هذه الظروف أن النباتات تبقى غير مثمرة حتى ترتفع درجة الحرارة ليلاً إلى المجال المناسب للعقد وهو من ١٥–٢٠ °م. ويمكن غالبًا التنبؤ بموعد وفرة المحصول فى الأسواق من واقع سجلات الأرصاد الجوية، حيث يكون ذلك بعد ٤٥–٥٥ يومًا من بداية ارتفاع درجة حرارة الليل إلى المجال المناسب لعقد الثمار.. وتلك هى الفترة اللازمة لحين نضج الثمار فى الجو المائل إلى البرودة.

ويرجع التأثير السيئ لانخفاض درجة حرارة الليل على عقد الثمار إلى تسببها فيما يلى:

١– ضعف إنتاج حبوب اللقاح.

٢– ضعف حيوية حبوب اللقاح المنتجة.

٣– تأخر إنبات حبوب اللقاح، ونقص سرعة نمو الأنابيب اللقاحية.

ويظهر تأثير الحرارة المنخفضة على تكوين حبوب اللقاح إذا حدثت قبل تفتح الأزهار بأسبوعين، وهى الفترة التى تعقب الانقسام الاختزالى للخلية الأمية لحبوب اللقاح. كما لا تكون الحرارة المنخفضة مؤثرة على حيوية حبوب اللقاح إلاّ عندما يكون التعرض لها ليلاً ونهارًا؛ إذ يؤدى ارتفاع الحرارة نهارًا إلى ٢٠ °م إلى إلغاء التأثير السلبى للتعرض لحرارة ٥–٨ °م ليلاً على حيوية حبوب اللقاح (Picken ١٩٨٤).

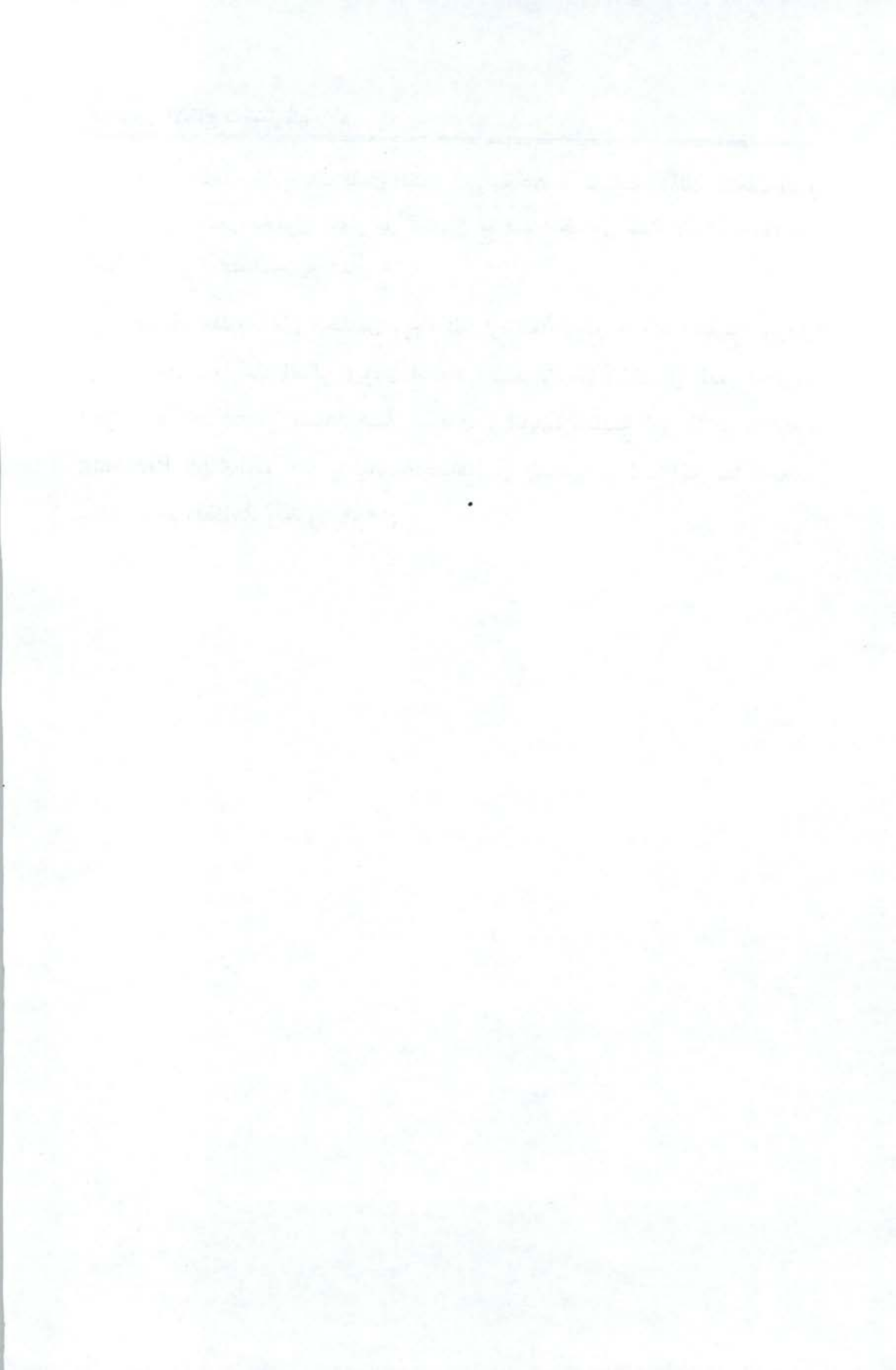
ولا يكون تلوين الثمار جيدًا فى درجات الحرارة المنخفضة التى تقل عن ١٠ °م، أو درجات الحرارة المرتفعة التى تزيد عن ٣٠ °م.

الفترة الضوئية وشدة الإضاءة

تُعد الطماطم من النباتات المحايدة بالنسبة لتأثير الفترة الضوئية (day neutral)؛ فلا يتأثر إزهارها بطول النهار، إلا أن للفترة الضوئية تأثير كبير على النمو الخضرى

حيث يقل ويضعف كثيرًا عند نقص الفترة الضوئية عن ٨ ساعات. كذلك يضعف النمو الخضرى وينخفض محتوى الثمار من فيتامين ج عند انخفاض شدة الإضاءة، كما هى الحال فى الزراعات المحمية شتاءً.

وكما هو معلوم.. فإن انخفاض درجة الحرارة شتاءً يمنع حدوث التلقيح، ويؤدى إلى انخفاض نسبة عقد الثمار. ويؤدى انخفاض شدة الإضاءة آنذاك إلى ظهور الجيوب الهوائية puffiness فى مساكن الثمار العاقدة، وإصابتها بالنضج غير المنتظم (المتبقع) Blotchy Ripening، كما ينخفض محتواها من السكريات المختزلة؛ مما يجعلها رديئة الطعم (Rylski وآخرون ١٩٩٤).



الفصل الرابع

التكاثر وإنتاج الشتلات

تتكاثر الطماطم بالبذور التى تزرع — غالبًا — فى المشتل أولاً ثم تشتل بعد ذلك، أو قد تزرع آليًا فى الحقل الدائم مباشرة مع خف البادرات قبل أن تصبح متزاحمة.

كمية التقاوى

تُنتج الشتلات — غالبًا — فى صوانى إنتاج الشتلات فى مشاتل تجارية. ويلزم حوالى ٢٥— ٣٠ جم من بذور الهجن لإنتاج شتلات تكفى لزراعة فدان (الفدان = ٤٢٠٠ متر مربع)، وتزيد الكمية إلى نحو ٦٠—٩٠ جم من بذور أصناف التصنيع الثابتة وراثيًا (مثل بيتو ٨٦، وكاسل روك) التى تُزرع بمعدل ٢—٣ بذور بكل عين من عيون صينية الشتلة، وتشتل بادراتها معًا فى جورة واحدة. وإذا ما أُنتجت شتلات تلك الأصناف فى مشاتل حقلية، فإنه يلزم حوالى ٢٥٠ جم من البذور — تزرع فى مساحة ٤٥ م٢ — لإنتاج شتلات تكفى لزراعة فدان.

وتختلف كمية التقاوى اللازمة للزراعة الآلية فى الحقل مباشرة حسب نوعية الأصناف. فأصناف التصنيع يلزم منها نحو ٢٥٠—٧٥٠ جم من البذور للفدان، وغالبًا ما يكفى ٥٠٠ جم للفدان. ويزرع عادة نحو ٤٠ — ٧٠ بذرة فى كل متر طولى من خط الزراعة. ومن الأفضل أن تكون بذور الأصناف الهجين مُغلَّفة pelleted حتى تكون زراعتها فى الحقل مباشرة اقتصادية، وذلك لأنه يزرع منها بذرة واحدة فى كل موقع. أما أصناف الاستهلاك الطازج.. فيلزم منها من ٢٥٠—٣٧٥ جم من البذور للفدان، وتزرع بمعدل ٣٠—٥٠ بذرة فى كل متر طولى من خط الزراعة، وعلى عمق ٢—٣ سم لأن الزراعة السطحية تعرض البذور للجفاف.

ويمكن تحديد كمية التقاوى التى تلزم لزراعة فدان حسب الصنف المستخدم، كما يلى:

١— هجن الاستهلاك الطازج: يلزم لها ٣٠—٥٠جم من البذور حسب قوة نمو الهجين.

٢- الأصناف غير الهجين المحدودة النمو مثل بيتو ٨٦، ويوسى ٩٧-٣: يلزم لها ١٧٥-٢٠٠ جم من البذور.

٣- الأصناف غير الهجين قوية النمو، مثل فلوراديد والمارمند، وكاسل روك واسترين بى: يلزم لها ١٢٥-١٧٥ جم.

معاملات البذور وشروط أرض المشاتل الحقلية

أيًا كانت طريقة إنتاج الشتلات والزراعة، فإنه يتعين أن تكون البذور مُعاملة بالمطهرات الفطرية، وأن تخلو تربة المشاتل الحقلية من بذور الحشائش الخبيثة، والنيماتودا وفطريات التربة التى تُصيب الجذور. وبالرغم من توفر المبيدات التى تُستخدم فى مكافحة النيماتودا (مثل النيماكور، والفوريدان، والتيمك، والفايدت)، فإنه يفضل أن تكون المشاتل خالية — أصلاً — من النيماتودا.

تُفضل معاملة البذور قبل زراعتها بأحد المطهرات الفطرية حتى ولو كانت مُعاملة، ويُستخدم لذلك الريزولكس أو الكابتان أو المون كت بمعدل ٣ جم، أو التوبسن بمعدل ٢ جم لكل كيلو جرام بذرة.

وإذا كانت الإصابة بمرض تساقط البادرات (الذبول الطرى) مردها لفطر الرايزكتونيا، تفيد معاملة البذرة بالمون كت بمعدل ٣ جم لكل كيلو جرام بذرة أو حقن المبيد مع ماء الرى بمعدل ٥٠٠ جم للفدان.

تجهيز المشاتل الحقلية

تُجهز المشاتل الحقلية على شكل أحواض مساحتها ١×١، أو ١×٢، أو ٢×٣ متر حسب درجة استواء الأرض، وتفضل الزراعة فى سطور على أن تكون المسافة بينها من ١٥-٢٠ سم، كما تكون زراعة البذور على عمق ١,٥-٢ سم. تناسب هذه الطريقة إنتاج الشتلات فى الأراضى الخفيفة والرملية. وبرغم أنه لا ينصح باستعمال الأراضى الثقيلة كمشاتل، إلا أنه يمكن استخدامها عند الضرورة مع تغطية البذور — فى أحواض الزراعة — بمخلوط من الرمل والتربة.

هذا.. إلا أنه يفضل عند إنتاج الشتلات فى الأراضى الثقيلة أن تقام فيها مصاطب بعرض متر واحد (أى تخطط بمعدل ٧ مصاطب فى القصبتين)، ثم تزرع البذور — فى سطور — على سطح المصاطب بعد تنعيمها جيدًا.

ولا تناسب الطريقة السابقة الأراضى الملحية التى تتجمع (تتزهّر) فيها الأملاح على سطح المصاطب، والتى يفضل فيها إقامة خطوط بعرض ٥٠ سم (أى تخطط بمعدل ١٤ خطًا فى القصبتين)، ثم تزرع البذور سرًا فى الثلث العلوى من جانبى كل خط. ويفضل عندما تكون زراعة البذور فى الجو الحار (كما فى العروة الخريفية) أن يكون التخطيط شرقى — غربى مع الزراعة على جانب الخط (الريشة) الشمالى (البحرى) فقط.

هذا.. ولا تُضاف لتربة المشتل فى الأراضى الصفراء أى أسمدة عضوية أو آزوتية، لكن يلزم إضافة ٢٥ كجم سوبر فوسفات عادى، و١٠ كجم كبريت زراعى لكل قيراط (١٧٥م^{٢}) من المشتل أثناء تجهيز الأرض، مع الرش بالأسمدة الورقية — فى حالة ضعف نمو الشتلات — بدءًا من مرحلة تكوين الورقة الحقيقية الأولى أو الثانية، بمعدل مرة أو مرتين أسبوعيًا، على يكون إحداها بالعناصر الصغرى. ويبدأ الرش بمعدل ١,٥ جم/لتر تزيد إلى أن تصل إلى ٢جم من السماد المركب/لتر ماء.

وعند زراعة المشتل فى الأراضى الخفيفة أو الرملية فإنه يلزم تزويد تربة المشتل أثناء تجهيزها بنحو ١٧٥ كجم كمبوست + ٢٥ كجم سوبر فوسفات + ٧٥ كجم سلفات أمونيوم + ٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم لكل قيراط من المشتل.

ويستخدم الطعم السام فى مكافحة الحفار والدودة القارضة كما يلى:

يتكون الطعم السام من لتر واحد من مبيد الكلورفان ٤٨٪ أو لتر واحد من مبيد الدورسبان ٤٨٪، أو ١,٢٥ لتر من مبيد الثيراجارد ٤٨٪، يخلط معه ١٥ كجم جريش الذرة + ١ كجم عسل أسود + ١– ١,٥ صفيحة ماء. تكفى تلك الكمية من الطعم لمعاملة مساحة فدان. يُضاف الطعم سرسبة فى باطن مصاطب الزراعة فى حالة الرى بالغمر، أو بجوار النقاطات فى حالة الرى بالتنقيط.

وفى حالة الدودة القارضة يمكن قبل اللجوء إلى استعمال الطعم السام اللجوء أولاً إلى إضافة ٣٠ لتر من السولار عند رى الأرض لأجل القضاء على اليرقات والعذارى فى التربة.

تجهيز وزراعة مشاتل الصوانى

تُستخدم مخاليط زراعة مختلفة (يكون أساسها — عادة — البيت موس والفيرميكيوليت) عند إنتاج الشتلات فى صوانى إنتاج الشتلة، وهى التى قد تكون بلاستيكية أو مصنوعة من الاستيروفوم.

يجب أولاً تطهير الصوانى – التى يكون قد سبق استعمالها – بغمرها فى محلول الفورمالين ٤٠٪ أو الكلوراكس بمعدل ٣٠ مل/لتر، وذلك لمدة خمس دقائق، ثم تُنشر لتجف قبل تعبئتها بالبيت موس المخصب.

يتكون البيت موس المخصب بالخلط الجيد (فى وجود بعض الرطوبة بالرش بالماء) لما يلى: بالة بيت موس + ٢ جوال فيرميكيوليت + ٤ كجم بودرة بلاط + ٤٠٠ جم سلفات نشادر + ٥٠٠ جم سوبر فوسفات عادى + ٣٠٠ جم سلفات بوتاسيوم + ٣٠ جم سلفات مغنيسيوم + ٧٥ جم بنليت أو توبسين أو ريزولكس كمطهر مع إذابة الكميات الصغيرة فى الماء لحسن توزيعها. تكمر الخلطة لمدة ٢٤ ساعة، ثم يُعاد خلطها جيدًا قبل استعمالها فى تعبئة الصوانى.

ولقد أدى تزويد بيئات زراعة شتلات ونباتات الطماطم بأى من حبوب الذرة المجروشة أو بحامض الهيومك — كمنشطات حيوية — إلى تحسين نموها؛ فازداد نمو الشتلات وعدد أوراق الشتلة ومساحتها الورقية والوزن الجاف لأوراقها وجذورها ووزنها الجاف الكلى؛ كما ازداد قطر ساق النباتات وحجم نموها الجذرى (Rady & ur Rahman ٢٠١٦).

تُملأ عيون الصوانى بخلطة الزراعة، وتزرع بذرة واحدة من الهجن فى كل عين منها، مع زراعة ١٥ عينًا ببذرتين لاستخدامها فى عملية ترقيع الصوانى.

هذا.. ويؤثر حجم عيون الصوانى على نمو وجودة الشتلات المنتجة بها، وأفضل حجم للعيون هو حوالى ٣٩ سم^{3}، كما فى صوانى الاستيروفوم ذات الـ ٨٤ عينًا، ولكن الجانب الاقتصادى قد يُحتم استخدام صوانٍ بلاستيكية ذات عيون أكثر عددًا وأقل حجمًا.

ولقد أوضحت الدراسات التى أُجريت على صنف الطماطم جى إس ١٢ إنه على الرغم من التأثير الإيجابى لزيادة حجم وعاء الشتلة (صوانى إنتاج شتلات ذات ٨٤ خلية مقارنة بصوانٍ ذات ٢٠٩ خلايا) وعدد النباتات بالجور فى الحقل (نبات واحد مقارنة بنباتين أو ثلاثة) على حجم الثمار وتأثير عدد النباتات بالجورة على نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية بها.. فقد تبين أن زراعة نباتين بالجورة بشتلات أُنتجت فى صوانٍ ذات ٢٠٩ خلية أعطت أعلى محصول من طماطم التصنيع دون أن يكون لذلك أى تأثير سلبى على الإنتاج الكلى أو الجودة (Hashem & Ebida ١٩٩٧).

وبالمقارنة — أدى إنتاج شتلات الطماطم فى صوانٍ ذات عيون سعة ٧٢ مل مقارنة بإنتاجها فى صوانٍ ذات عيون سعة ٣٨ مل، وكذلك ريها بدءًا من مرحلة نمو الورقة الحقيقية الثالثة بمحلول مغذ يحتوى على ١٤٠ جزءًا فى المليون من النيتروجين، مقارنة باستعمال محاليل تحتوى على ٨٤ أو ١١٢ جزءًا فى المليون من النيتروجين.. أدى ذلك إلى تقصير الفترة التى مرت بعد الشتل حتى تفتح أول زهرة، وزيادة عدد الثمار الصالحة للتسويق/نبات، وزيادة المحصول الكلى (Lee & Kim ١٩٩٩).

توضع الصوانى فى مكان مرتفع عن الأرض، ثم تروى حسب الحاجة. ويفضل إحاطة الصوانى بالبلاستيك بعد الزراعة مباشرة (وذلك بعد رصها فوق بعضها البعض)، وذلك لمدة ١–٢ يوم صيفًا، و ٣–٤ أيام شتاءً، مع عدم الرى خلال فترة الكمر. ويراعى أن توضع صينية فارغة أعلى كل رصة صوانى، مع إحاطتها جيدًا بالبلاستيك من جميع الجوانب لتوفير التدفئة الجيدة لها.

وتُجهز المشاتل لعملية تقليع الشتلات لأجل شتلها بمراعاة ما يلى:

١- رفع الأقبية البلاستيكية تدريجيًا فى العروة الصيفية المبكرة.

٢- وقف الرى قبل تقليع الشتلات بمدة ٥-٧ أيام فى الأراضى الرملية، و ١٥-٢٠ يومًا فى الأراضى السوداء، ويومين فى حالة مشاتل الصوانى.

٣- الرش بمحلول السوبر فوسفات بتركيز ١٪ قبل تقليع الشتلات بيومين.

٤- تعفير المشتل بالكبريت بعد الرش بمحلول السوبر فوسفات بيوم واحد.

٥- الرش بأحد المبيدات الفطرية قبل تقليع الشتلة، مع ملامسة محلول الرش لساق الشتلة حتى سطح التربة.

٦- الرش ضد الذبابة البيضاء قبل النقل مباشرة.

هذا.. ويكون لشتلات الصوانى صلايا تتكون من خلطة الزراعة التى تتخللها جذور الشتلات، بينما تكون شتلات المراقد الحقلية عارية الجذور. ويفيد وجود الصلايا فى زيادة فرصة نجاح عملية الشتل.

وتجهز الشتلات لعملية الشتل بغمس مجموعها الجذرى مع جزء من الساق فى محلول مطهر فطرى مثل الفيتافاكس بمعدل ١,٥ جم/لتر ماء، أو الريزولكس ثيرام بمعدل ٣ جم/لتر ماء، أو فى محلول لمبيد فطرى مثل الريدوميل أو الدياثين بمعدل ٣ جم/لتر ماء، أو المون كت بمعدل ٣ جم/لتر ماء.

خدمة المشاتل

تُخدم المشاتل — سواء أكانت فى الصوانى، أم فى الحقل الدائم — بالرى المعتدل، مع تجنب الإفراط فى الرى حتى لا تُصاب البادرات بالذبول الطرى (مرض تساقط البادرات)، وكذلك تخدم بالتسميد.

التسميد

تخدم المشاتل بالتسميد المعتدل؛ لكى لا تتخشب النباتات وتتقزم ويصفر لون أوراقها، وتستغرق فترة طويلة فى صدمة الشتل، وذلك عند نقص النيتروجين؛ أو تنمو بسرعة وتكون طويلة، ورهيفة، وضعيفة لا تتحمل الشتل عند زيادته.

وإذا استخدمت الأسمدة الصلبة فى تسميد المراقد الحقلية، فإن ذلك يكون مرة واحدة أو مرتين بعد ١٠، و ٢٥ يومًا من اكتمال الإنبات، وبمعدل نصف كيلو جرام من النيتروجين (حوالى ١,٥ كجم من نترات النشادر، أو كيلو جرام واحد من اليوريا، أو ٢,٥ كيلو جرام من سلفات النشادر) لكل ١٠٠ م^{٢} من المشتل فى كل مرة.

أما مشاتل الصوانى فإن التسميد الآزوتى يكون فيها مع ماء الرى، إما يوميًا بمعدل ٣ جم/١٠٠ لتر فى الجو البارد إلى ٥ جم/١٠٠ لتر فى الجو الحار، ويزداد التركيز المستخدم إلى ١٠–١٥ جم/ ١٠٠ لتر إذا كان التسميد مرتين أسبوعيًا، وإلى ٢٠–٣٠ جم/ ١٠٠ لتر إذا أجرى التسميد مرة واحدة أسبوعيًا. ويكون تركيز الفوسفور (خامس أكسيد الفوسفور) فى ماء الرى حوالى ١٠٪–٢٠٪ من التركيز المستخدم من النيتروجين، مع الاهتمام بالتسميد الفوسفاتى فى بداية مراحل نمو الشتلة لتحفيز نمو الجذور.

ويمكن تحقيق علاج سريع لحالات نقص الآزوت برش النباتات باليوريا — يوميًا لعدة أيام — بتركيز ٠,٢٪؛ إذ أنها سريعة الامتصاص، وتصل إلى جميع أجزاء النباتات فى خلال ٢٤ ساعة من عملية الرش (Nicoulaud & Bloom ١٩٩٦).

يُفيد التسميد الفوسفاتى فى تشجيع نمو الجذور، وتجنب ظهور أعراض نقص العنصر فى الجو البارد، والتى تتمثل فى ظهور لون قرمزى ضارب إلى الحمرة على كل من الأوراق الفلقية والأوراق الحقيقية الأولى.

أما التسميد بالبوتاسيوم فيكون فى الأراضى الرملية وبقدر ضئيل.

ويفضل التسميد رشًا بالحديد ومخاليط العناصر الدقيقة، وذلك بعد نحو أسبوعين من استكمال الإنبات، ثم بعد أسبوعين من الرشة الأولى.

وعمومًا.. يفضل أن يحتوى المحلول المغذى الذى يستخدم فى رى شتلات الطماطم على التركيزات التالية من مختلف العناصر بالجزء فى المليون: النيتروجين (N): ١٥٠، والفوسفور (P): ٤٧، والبوتاسيوم (K): ٢١٦، والكالسيوم (Ca): ٦٤، والمغنسيوم (Mg): ٤٠ .. وفى الجو المعتدل تحتاج كل صينية إلى نحو ٣٠٠–٤٠٠ مل يوميًا من هذا المحلول المغذى (Liptay & Sikkema ١٩٩٨).

ووجد أن استعمال شتلات الطماطم المنتجة فى صوانٍ عائمة على المحاليل المغذية (floating system method) يؤدى – مقارنة باستعمال شتلات منتجة بالطريقة التقليدية – إلى زيادة وزنها الجاف والرطب، مع زيادة فى المحصول المبكر من جميع أحجام الثمار: الصغيرة والمتوسطة والكبيرة (Wyatt ١٩٩٨).

الـرى

من الأهمية بمكان توفير الرطوبة بانتظام – مع تجنب جفاف الطبقة السطحية من مراقد البذور – من وقت زراعة البذور وإلى حين اكتمال الإنبات، ويتحقق ذلك باتباع واحدة أو أكثر من عدة وسائل – حسب نوع المشتل، كما يلى:

١– رى المراقد الحقلية سطحيًّا ريًّا هادئًا غزيرًا يكفى لتشبيع الطبقة السطحية من التربة. وحتى عمق ١٥–٢٠ سم. بالرطوبة، مع مراعاة عدم انجراف التربة، وعدم بقاء الماء الحر ظاهرًا على سطح التربة لفترة طويلة بعد الرى؛ لأن ذلك يعنى زيادة الرى عما ينبغى.

٢– تغطية مراقد البذور الحقلية – فى الجو الحار، وإلى حين ظهور أولى بوادر الإنبات – بالحُصر، وهو إجراء يعمل على خفض حرارة التربة، بالإضافة إلى منع جفاف الطبقة السطحية من التربة التى توجد فيها البذور.

٣– رى المراقد الحقلية رشًّا، وكلما دعت الضرورة إلى ذلك؛ بهدف منع جفاف الطبقة السطحية من التربة.

٤- رى الشتّالات (صوانى الزراعة) رية غزيرة رشًا، ثم تكويمها فوق بعضها، مع وضع شتّالة غير مزروعة على قمة كل مجموعة رأسية من الشتّالات المزروعة. يُلغى هذا الإجراء الحاجة إلى تكرار عملية الرى إلى حين الإنبات، لأنه يمنع جفاف الطبقة السطحية لمراقد البذور، ولكن يراعى تفريد الشتّالات — على قوالب من الطوب — على الأرض بمجرد ظهور أولى بوادر الإنبات.

ويمكن عند اتباع هذه الطريقة تغطية رصّة الشتّالات بالبلاستيك الشفاف؛ بهدف رفع درجة الحرارة لإسراع الإنبات فى الجو البارد، ولكن هذا الإجراء يضر كثيرًا بالبذور، ونسبة الإنبات، والبادرات النابتة إذا أُجْرِىَ فى الجو الحار.

٥- رش الشتّالات صباحًا وبعد ظهر كل يوم رشًا خفيفًا بالماء للعمل على بقاء الطبقة السطحية رطبة، وذلك إلى حين اكتمال الإنبات.

وفى كل الحالات .. يُراعى عدم زيادة الرطوبة أكثر مما ينبغى — فى الطبقة السطحية من التربة — لفترات طويلة يوميًا؛ لأن ذلك يؤدى إلى تعفن البذور وإصابة البادرات النابتة بمرض الذبول الطرى السابق لبزوغ النباتات Pre-emergence damping-off، وذلك قبل أن تظهر البادرات من التربة.

أما بعد اكتمال الإنبات.. فإن القاعدة هى الرى الجيد كلما دعت الضرورة إلى ذلك؛ بمعنى أن الرى يكون غزيرًا — بالقدر الذى يكفى لتوصيل الرطوبة فى العشرين سنتيمترًا السطحية من مراقد البذور الحقلية، أو فى كل خلطة الزراعة فى الشتّالات إلى السعة الحقلية — ثم لا يكرر إلا بعد أن تجف تلك الطبقة بصورة واضحة، ولكن قبل أن يؤثر ذلك سلبيًا على نمو النباتات. ويؤدى الإفراط فى الرى خلال تلك المرحلة إلى زيادة فرصة إصابة النباتات بمرض الذبول الطرى (سقوط البادرات) التالى للإنبات post-emergence damping-off.

هذا.. وجدير بالذكر أن خلط أنسجة نباتات النعناع spearmint (وهو: *Mentha*

spicata) بمراقد بذور الطماطم أدى إلى تحسين إنبات البذور ونمو البادرات، وصاحب ذلك زيادة فى أعداد كائنات التربة الدقيقة (Kadoglidou وآخرون ٢٠١٤).

المعاملات الحيوية

إن لتلقيح الشتلات – وهى فى المشتل بفطريات الميكوريزا من الجنس *Glomus*، مثل: *G. fasciculatum*، و *G. deserticola* وغيرهما تأثيرات كثيرة على نمو النباتات التى تتصل بها وتعيش معها تعاونيًا، ومن أبرز هذه التأثيرات زيادة امتصاصها للعناصر (Khaliel ١٩٩٣)، وخاصة عنصر الفوسفور، وزيادة مقاومتها لأمراض الجذور.

ومن المنشطات الحيوية المهمة لشتلات الطماطم البكتيريا *Azospirillum* sp.، و *Azotobacter chroococcum*، و *Pseudomonas fluorescens*، وجميعها تعيش بالقرب من جذور نباتات الطماطم. وقد وجد Shanhita Gupta وآخرون (١٩٩٥) أن تلقيح بذور أو جذور بادرات الطماطم بأى من هذه البكتيريا أحدث زيادة معنوية فى معدل ظهور البادرات، وكان أكثرها فاعلية فى زيادة الوزن الجاف الكلى والنموان الجذرى والخضرى النوع *A. chroococcum*، ثم النوع *P. fluroescens*، فالبكتيريا *Azospirillum* sp. كما أحدثت المعاملة نقصًا معنويًا فى الإصابة بمرض الذبول الطرى الذى يسببه الفطر *Rhizoctonia solani*.

وقد وجد Iglesias وآخرون (١٩٩٤) أن إضافة مسحوق الشيتين chitin بمعدل جرامين لكل متر مربع من المشتل بعد إنبات البذور بنحو ٥–١٥ يومًا أحدثت زيادة جوهرية فى نمو الشتلات، وفى إصابتها بفطريات الميكوريزا المفيدة لنموها، مقارنة بمعاملة الشاهد التى لم تتلق أى شيتين.

ولمزيد من التفاصيل حول موضوع المعاملات الحيوية.. يراجع حسن (٢٠١٦).

مكافحة الحشائش والآفات

تلزم العناية بمكافحة الآفات، وتقليع الحشائش فى المشاتل الحقلية مع إجراء العزيق السطحى (الخربشة) بين سطور الزراعة. ويجب تعفير الشتلات بالكبريت ٢–٣

مرات، الأولى بعد إجراء عملية الخف فى المشاتل الحقلية، والثانية بعد أسبوعين من الأولى، والثالثة تكون فى حالة التأخير فى إجراء عملية الخف وتجرى بعد أسبوعين آخرين من الثانية، ويجرى التعفير فى وجود الندى، أو بعد رش المشتل بالماء. ويكفى ٨ كجم من الكبريت لكل نحو ٤٥ م٢ من المشتل (وهى المساحة اللازمة لإنتاج شتلات تكفى لزراعة فدان) فى كل مرة تجرى فيها عملية التعفير. هذا.. وتُعطى عناية خاصة لمكافحة الذبابة البيضاء التى تنقل للنباتات فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم، والذى لا تظهر أعراضه إلاّ بعد الشتل بنحو ثلاثة أسابيع.

الحماية من العوامل الجوية غير المناسبة

يمكن توفير الحماية للمشاتل من العوامل الجوية غير المناسبة لها ومن الإصابات الحشرية باستعمال أغطية البوليثيلين، أو البوليسترين، أو البولى بروبلين.

البوليثيلين هو البلاستيك العادى (ويستعمل البلاستيك الشفاف بطبيعة الحال)، أما البوليسترين والبولى بروبلين فيصنّع منهما أنواع مختلفة من الأغطية غير المنسوجة التى تسمح بنفاذ الضوء بنسبة عالية، مع التهوية الجيدة، ولكن ثقوبها لا تسمح بنفاذ الحشرات، ولا حتى حشرة الذبابة البيضاء الدقيقة التى تنقل إلى النباتات فيرس تجعد واصفرار الأوراق. وأكثر هذه الأغطية انتشارًا غطاء أجريل بى ١٧ Agryl P 17.

تستعمل جميع هذه الأغطية وهى فى وضع مرتفع عن النباتات بنحو ٧٥ سم، وأفضل وسيلة لتحقيق ذلك هى بفرد الأغطية على أقواس سلكية تثبت فوق أحواض الشتلة، مع التردیم على حوافها فى التربة.

لا يكون استعمال الأغطية البلاستيكية إلا بهدف إسراع الإنبات فى الجو البارد، مع حماية البادرات الصغيرة من الحرارة المنخفضة ليلاً، وتوفير حرارة معتدلة مناسبة لنموها نهارًا. وهى تستعمل عندما تكون زراعة المشاتل فى الجو البارد فقط، ولا تفيد فى منع الإصابة بالحشرات لأنها لا بد وأن تُرفع خلال ساعات النهار الدافئة لتهوية الأنفاق وخفض نسبة الرطوبة فيها.

أما أغطية البوليسترين والبولى بروبلين فهى تستعمل أساسًا لمنع وصول الحشرات – وخاصة حشرة الذبابة البيضاء – إلى النباتات. لذا.. يشيع استخدامها فى العروات التى تكثر فيها الذبابة البيضاء، ولكن يفضل استعمالها فى كل العروات لتواجد الذبابة البيضاء على مدار العام.

وينجح استعمال أغطية البوليسترين والبولى بروبلين بصفة خاصة فى الأراضى الصحراوية والتى تتسرب منها مياه الرى بسرعة؛ فلا تتراكم تحتها الرطوبة، بعكس الحال فى الأراضى الثقيلة. كما يجب أن يكون الرى – عند استعمال أى من أنواع الأغطية – سريعًا وبكميات قليلة؛ لكى لا تتراكم الرطوبة حول النباتات.

وإذا كشفت المشاتل لأى سبب كان – كالحاجة إلى الرش بالمبيدات – فإنه يتعين إعادة تغطيتها سريعًا، وأولا بأول؛ لكى لا تحجز داخل الغطاء أى حشرات تكون قد تسربت إلى النفق خلال كشفه.

هذا.. وتكون حماية المشاتل من البرد والصقيع فى العروة الصيفية المبكرة بزراعتها تحت الأقبية البلاستيكية أو الصوب البلاستيكية، مع ضرورة التهوية فى الأيام الدافئة.

وتكون حماية المشاتل من شدة الإضاءة العالية، والحرارة المرتفعة، والإصابة بالذبابة البيضاء فى العروتين الخريفية والشتوية بتغطيتها بأقبية من الأجريل أو الشاش غير المنفذ للذبابة، مع عدم كشف الأغطية إلاّ فى حالات الضرورة، وضرورة الرش الوقائى قبل إعادة التغطية.

كذلك تزرع مشاتل العروتين الخريفية والشتوية تحت صوب الثيران.

إبطاء أو وقف نمو الشتلات

يجب عدم إبقاء النباتات فى المشتل لمدة أطول من اللازم، وذلك لأنها قد تُصبح رهيفة tender ورفيعة وطويلة leggy فى الجو الدافئ، أو تصبح متخشبة woody ومتقزمة stunted إذا تعرضت لدرجة حرارة منخفضة بغرض وقف أو إبطاء نموها. وفى كلتا الحالتين لا تستعيد النباتات نموها النشيط سريعًا بعد الشتل.

وقد يتطلب الأمر أحيانًا وقف نمو الشتلات فى المشاتل، وذلك فى الحالات التى يتأخر فيها إعداد الحقل للزراعة، أو عندما لا تكون الظروف البيئية مناسبة للشتل. وتزداد الحاجة لهذه المعاملات فى الجو الحار الرطب، وبدون ذلك تصبح الشتلات رهيفة ورفيعة وطويلة، ولا تتحمل الشحن (عند الإنتاج التجارى للشتلات بغرض البيع للغير)، أو الشتل. ومع إمكانية الحد من نمو الشتلات بوقف الرى، أو بتقطيع الجذور على أحد جانبى النباتات بإمرار آلة حادة فى التربة، إلا أنه غالبًا ما يُصاحب هذه المعاملات تقزم النباتات، وعدم استعادتها لنموها النشيط سريعًا بعد الشتل.

ومن بين معاملات إبطاء أو وقف نمو الشتلات، ما يلى:

١- المعاملة ببعض منظمات النمو، مثل الإثيفون، والبروهكساديون كالسيوم، والباكلوبترازول.

ولقد وجد Latimer (١٩٩٢) أن معاملة بادرات الطماطم بالباكلوبترازول paclobutrazol بتركيز ١٤ جزءًا فى المليون — مع السماح بظهور أعراض الذبول لمدة ساعتين يوميًا — أدى إلى تقصير سيقان النباتات وزيادة نسبة نجاحها فى الشتل، وذلك مقارنة بمعاملة الشاهد، أو بالمعاملة، بالباكلوباترازول منفردًا؛ الذى أدى إلى نقص الوزن الجاف للنباتات.

إن السويقة الجنينية السفلى hypocotyl لبادرات الطماطم تستطيل سريعًا بعد إنبات البذور؛ مما يؤدى إلى إنتاج شتلات ضعيفة. وقد أدى نقع البذور فى محلول بكلوبترازول paclobutrazol بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون لمدة ساعة إلى منع تلك الاستطالة دون ظهور أى تأثير آخر طويل المدى على النمو النباتى. وكان تأثير البكلوبترازول فى منع النمو الزائد للسويقة الجنينية السفلى عندما كان إنبات البذور فى إضاءة ضعيفة (٥٠ ميكرومول لكل م^{٢} لكل ثانية)، بينما لم يكن للمعاملة أى تأثير فى الإضاءة القوية (١٢٠ ميكرومول لكل م^{٢} لكل ثانية) (Brigad وآخرون ٢٠٠٦).

٢- المعاملات الفيزيائية الآلية كتعريض أوانى الشتلة — وهى على بنشات خاصة لذلك — للاهتزاز الدورانى لنحو ٥-١٠ دقائق يوميًا، وهو الذى يعطى تأثيرًا مماثلاً

لتأثير الاهتزازات التى يحدثها التعرض للرياح (Heuchert & Mitchell ١٩٨٣)، أو لملامسة أجسام صلبة مثل قضيب من الصلب، أو أنبوب من البولى فينيل كلورايد، أو عارضة خشبية، أو شريحة من الـ Plexiglass — وهى التى تُعرف بمعاملة الـ brushing — لعدد محدود من المرات (حوالى ٥٠-٧٠ مرة يوميًا)، وذلك لمدة ١٠-١٥ يومًا (Latimer & Thomas ١٩٩١، و Latimer & Oetting ١٩٩٤).

إن عملية الحك أو "التفريش" الآلى mechanical brushing بشرائح مدلاه من البولى إثيلين تؤدى إلى تقصير طول الشتلات وصغر حجم أوراقها، وكذلك إلى تقليل قطر سيقانها. ويفضل تأخير إجراء عملية الحك إلى أن تبدأ أوراق النباتات المتجاورة فى صوانى الشتلات فى التلامس، مع استعمال شرائح بوليثيلين ذات كثافة عالية؛ إذ إنها تكون أكثر فاعلية فى لىّ سيقان الشتلات (Li وآخرون ٢٠٠٢).

وتؤدى عملية الحك (٤٠ حكة مرتان يوميا بداية من اليوم الحادى عشر لزراعة البذور ولمدة ٣٩ يومًا) إلى تقليل طول البادرات بنسبة ٣٢٪، والمساحة الورقية بنسبة ٣٤٪، والكتلة الجافة للنمو الخضرى بنسبة ٢٩٪ مقارنة بنباتات الكنترول (Van Iersel ١٩٩٧).

٣- التحكم فى التغذية:

لقد أدى خفض تركيز الفوسفور فى بيئة إنتاج شتلات الطماطم أو فى المحلول المغذى المستخدم فى إنتاجها إلى الحد من استطالة الشتلات، وقد استعادت النباتات نموها — بعد الشتل — بعد فترة تناسبت طرديًا مع مدى الانخفاض فى تركيز الفوسفور أثناء إنتاج الشتلات (Liptay & Sikkema ٢٠٠٠).

وحاليًا.. يُعدُّ خفض كميات العناصر المتاحة لامتصاص النباتات فى المشاتل أكثر الطرق شيوعًا للحد من النمو النباتى؛ بهدف زيادة قدرة النباتات على تحمل الشتل. هذا إلا أن الشتلات التى تتعرض لتلك المعاملة يكون استعادتها لنموها بطيئًا بعد الشتل

– حتى ولو توفر لها النيتروجين بكميات كافية بعد الشتل مباشرة – الأمر الذى يترتب عليه نقص المحصول المبكر.

هذا.. ولا يوصَى بإزالة قمة النباتtopping، أو إزالة أجزاء من الأوراق (التشذيب trimming)، أو إزالة بعض الأوراق (التوريق الجزئى partial defoliation) للشتلات الطويلة – لأجل تسهيل عملية الشتل – إلا إذا كانت الشتلات زائدة الطول.

التقسية أو الأقلمة

بعد أن يصل طول النباتات فى المشاتل الحقلية المكشوفة إلى ١٢–١٥ سم، تبدأ عملية التقسية أو الأقلمة Hardening، وذلك بوقف الرى لمدة ٧–١٠ أيام فى الأراضى الثقيلة وفى الجو المعتدل والبارد، أو بتقليل كميات ومعدلات الرى خلال نفس الفترة فى الأراضى الرملية وفى الجو الحار. وينصح برى المشتل رية خفيفة فى اليوم السابق لنقل الشتلات، خاصة فى الأراضى الثقيلة حتى يسهل تقليعها بأكبر جزء ممكن من مجموعها الجذرى.

والغرض من عملية التقسية هو تهيئة الشتلات لتحمل الظروف البيئية غير المناسبة بعد الشتل: كدرجات الحرارة المرتفعة، أو المنخفضة، أو الرياح الجافة، أو نقص الرطوبة الأرضية، أو الأضرار التى قد تتعرض لها النباتات أثناء عملية الشتل. وتعتمد كل طرق الأقلمة على تعريض النباتات لظروف تؤدى إلى تقليل النمو الخضرى، وزيادة المخزون الغذائى من المواد الكربوهيدراتية.

وفى المشاتل المحمية تختلف الطرق التى يمكن اتباعها حسب نوع المشاتل والوسائل المتبعة لحماية الشتلات (وقد تكون مشاتل حقلية مكشوفة أو مظللة، أو مشاتل محمية فى الصوبات، أو مشاتل حقلية تحت أنفاق بلاستيكية)، كما يلى:

١– تقليل مياه الرى؛ بتقليل الكمية التى تُعطى فى الرية الواحدة مع زيادة الفترة بين الريات، لكن لا يجب أن تُترك النباتات دون رى إلى أن تذبل.

٢- تعريض النباتات لحرارة منخفضة بصورة تدريجية؛ علمًا بأن النباتات تفقد فى اليوم الدافئ ما تكون قد اكتسبته من أقلمة فى يومٍ باردٍ.

٣- فى حالة المراقد الحقلية المظللة تُجرى الأقلمة بتعريض النباتات لضوء الشمس المباشر بصورة تدريجية برفع شباك التظليل، وتقليل المساحة المظللة من المشتل تدريجيًا.

ويفيد وقف التسميد — وخاصة بالنيتروجين — قبل عملية الأقلمة مباشرة وأثناءها كما يفيد التسميد الجيد بالفوسفور خلال عملية الأقلمة.

يجب أن تُجرى جميع طرق الأقلمة بصورة تدريجية، وإلا انتفى الغرض منها، وهو عدم تعريض البادرات الرهيفة لتغير مفاجئ يقضى عليها. كما يجب ألا تزيد فترة الأقلمة عن ٧-١٠ أيام، نظرًا لأن زيادتها على ذلك تجعل النباتات بطيئة فى استعادة نموها بعد الشتل. وتؤدى المغالاة فى الأقلمة إلى تقليل المحصول المبكر للطماطم. وعمومًا .. يفضل أن يظل معدل النمو معتدلاً طوال فترة إنتاج الشتلة عن جعله سريعًا فى البداية، ثم إيقاف النمو فجأة بمعاملات أقلمة شديدة.

العمر والحجم المفضلين للشتلات

تفضل دائمًا الشتلات الأقل عمرًا؛ لأجل تقليل صدمة الشتل، ويتراوح العمر المناسب بنحو ٢-٣ أسابيع للشتلات التى أُنتجت فى حرارة مناسبة لنموها، و ٤-٦ أسابيع للشتلات التى أُنتجت فى جو مائل للبرودة.

إن معدل انتقال الغذاء المجهز إلى جذور نباتات الطماطم بعد الشتل يتوقف على عمر الشتلة؛ حيث يكون انتقال الغذاء — من الأوراق المكتملة النمو — بمعدلات أعلى فى الشتلات الصغيرة عما فى الشتلات الكبيرة، الأمر الذى يفسر زيادة قوة النمو النباتى عند استعمال شتلات صغيرة فى الشتل عما يكون عليه الحال عند استعمال شتلات كبيرة (عن Kanahama ١٩٩٤).

وعمومًا فإن الشتلة الجيدة يجب أن يتساوى قطر نموها الخضرى مع طوله، أو حتى يزيد عليه. كما يجب أن تكون أوراقها ذات لون أخضر قاتم، وعلى مسافة متقاربة من بعضها. تُكنى مثل هذه الشتلات بأنها "مربعة"، وتكون سيقانها — عادة — سميكة وتتحمل عملية الشتل بصورة جيدة.

إنتاج الشتلات المطعومة

إن إنتاج الشتلات المطعومة يكون — أساسًا — بهدف حماية الأصناف المتميزة — والتى تكون قابلة للإصابة ببعض الأمراض التى تُصيبها عن طريق الجذور — بتطعيمها على أصول مقاومة لمسببات تلك الأمراض. إلاّ أن التطعيم يُجرى لأهداف أخرى كذلك. وتتعدد طرق إجراء عملية التطعيم، وما يلى ذلك من خطوات لإنتاج شتلات مطعومة جيدة؛ الأمر الذى تناولناه بالتفصيل فى حسن (٢٠١٥).

ونظرًا لارتفاع أسعار شتلات الطماطم المطعومة (والذى يبلغ — عادة — ثلاثة أضعاف سعر الشتلة غير المطعومة)، فإنها تناسب الزراعات التى تستمر فيها الطماطم فى النمو والإنتاج لفترات طويلة، كما فى الزراعات المحمية واللاأرضية.

ومن الأهمية بمكان استعمال بذور للأصول تكون خالية من الإصابات الفيروسية، لأن بعض الفيروسات التى تنتقل عن طريق البذور — مثل فيرس موزايك الطماطم — يمكن أن تنتقل سريعًا وبسهولة للطعوم وللنباتات القريبة منها، لأن الفيرس يمكن أن ينتقل باللمس وعن طريق مطواة التطعيم وعند إجراء عمليات الخف والشتل وتربية النباتات (Lee & Oda ٢٠٠٣).

ويبين جدول (٤-١) بعض الأصول المستخدمة فى تطعيم الطماطم، وما تحمله من مقاومة لبعض الأمراض.

كانت إزالة ٥٠٪ من الأوراق كافية فى الرطوبة النسبية المنخفضة (٦٨٪). وقد حدّت إزالة ٩٠٪ من الأوراق من النمو والكتلة الحيوية للأوراق حتى اليوم الرابع والعشرين من التطعيم، لكن هذا التأثير اضمحل كثيرًا عند اليوم الثانى والخمسين بعد التطعيم؛ فلم يحدث — فى هذا العمر — سوى انخفاض بسيط فى قطر طول ساق النبات، مقارنة بما حدث فى نباتات الكنترول التى لم تُجر بها أى إزالة للأوراق عند التطعيم (Meyer وآخرون ٢٠١٧).

تخزين وشحن الشتلات

إذا استدعى الأمر تأخير زراعة الشتلات لمدة يوم أو يومين بعد تقليعها، فمن المستحسن أن تُحفظ جذورها فى بيت موس peat moss مبلل بالماء، مع تركها فى مكان مظلل. وإن لم يتوفر البيت موس، فإنه ينصح بلف الشتلة بالخيش، خاصة حول الجذور والسيقان، وتركها فى مكان مظلل، مع تنديتها بالماء باستمرار حتى لا تجف الجذور. ولكن قد يؤدى بقاء الشتلات على هذا الوضع، لفترة طويلة، إلى استهلاك الغذاء المخزن فيها بالتنفس، وفقدها للكلوروفيل، وبالتالى إلى ضعفها وصعوبة استعادتها لنشاطها سريعًا بعد الشتل.

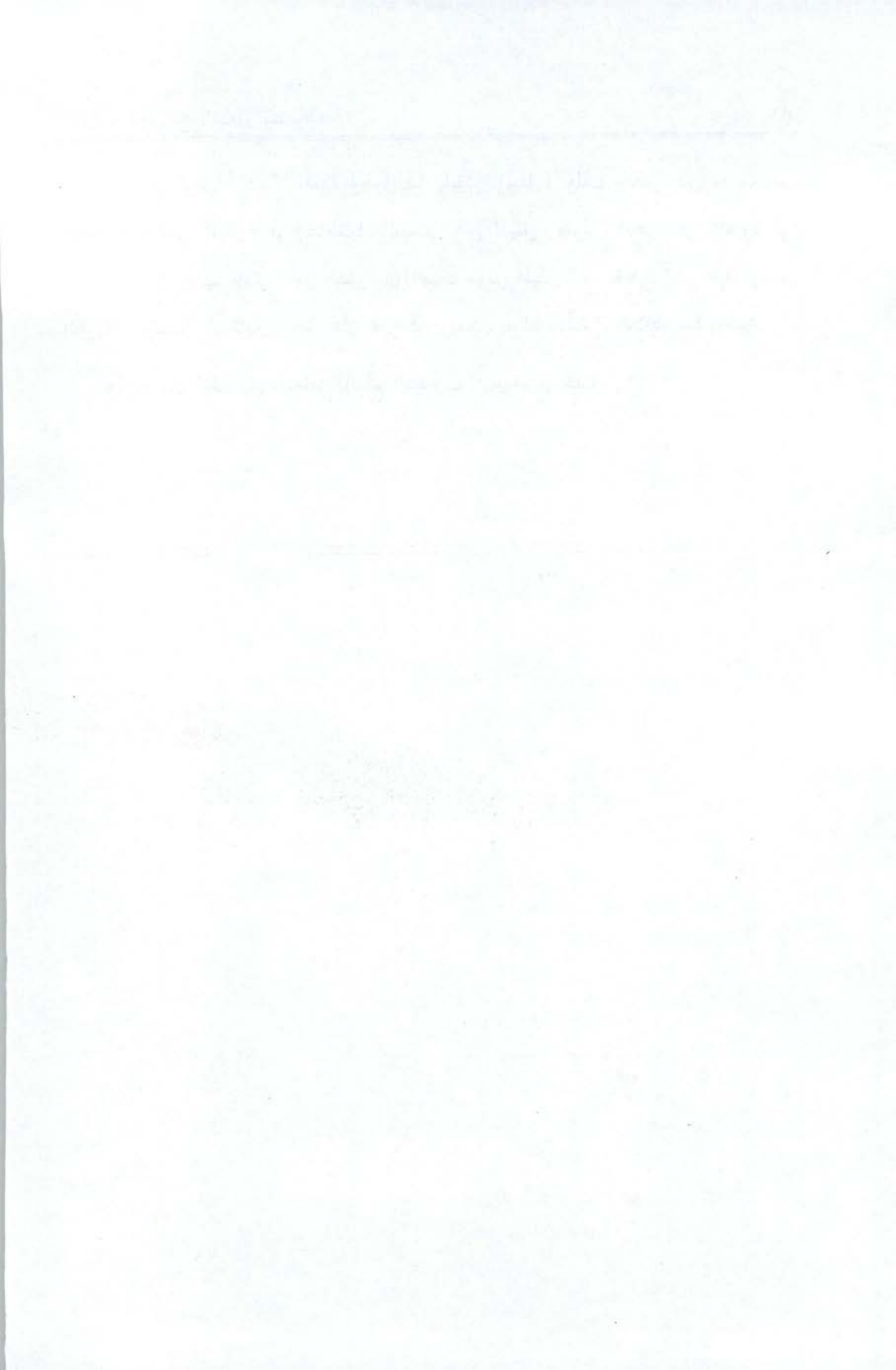
وإذا توفرت الإمكانيات، فمن الممكن حفظ الشتلات بصورة جيدة لمدة ٣-٤ أيام فى حرارة ١٠-١٥°م. ويؤدى التخزين فى الحرارة المنخفضة تلك إلى ضعف النباتات بعد الشتل. وتوضع جذور الشتلات أثناء التخزين فى بيت موس مبلل، أو قد تبقى عارية فى أكياس بلاستيكية مثقبة. وفى كلتا الحالتين تربط الشتلات فى حزم.

وتفيد معاملة بادرات الطماطم — أثناء نموها فى المشتل — بحامض الابسيسيك فى المحافظة على الشتلات بحالة جيدة عند تخزينها — بعد ذلك — على حرارة ١٥ أو ٢٠°م.

وعند الرغبة فى نقل الشتلات لمسافات بعيدة — كما هو الحال عند بيع إنتاج المشاتل التجارية — فلابد من وضعها فى صناديق خشبية، أو بلاستيكية، أو أقفاص من

الجريد، مع فرش أرضية العبوة وجوانبها بالقش المبلل، ولف جذور كل حزمة من الشتلات بالقش المبلل، أو إحاطتها بالبيت موس المبلل. وترص الحزم فى العبوة فى طبقات تفصل بينها طبقات من القش، أو البيت موس المبلل، ثم تغطى آخر طبقة بنفس الطريقة، وتندى الصناديق بالماء على فترات. ويمكن بذلك حفظ الشتلات لمدة يومين.

ولمزيد من التفاصيل المتعلقة بإنتاج الشتلات .. يراجع حسن (٢٠١٥).



الفصل الخامس

الزراعة فى الحقل الدائم

قد تكون الزراعة بالشتل، أو بالبذور – مباشرة – فى الحقل الدائم direct seeding (خاصة فى حالة الرى بطريقة الرش مع التخطيط لإجراء الحصاد آليًّا)، كما قد تكون الزراعة سطحية، أو قد تربى النباتات رأسيًّا على دعائم، وقد تكون الزراعة تحت أنفاق بلاستيكية. وتتباين تفاصيل عملية الزراعة حسبما إذا كان الرى بطريقة الغمر (كما فى الأراضى الثقيلة بالوادى والدلتا)، أو بطريقة الرش (كما فى حالة الرى المحورى أو بالمدفع أو الرشاشات الدوّارة)، أو بطريقة التنقيط (كما فى أغلب الزراعات الصحراوية).

تجهيز الحقل للزراعة

يتعين فى جميع الحالات تجهيز الأرض بالحراثة مرة واحدة فى الأراضى الرملية، ومرتان أو ثلاث مرات متعامدة فى الأراضى الثقيلة، مع إضافة السماد العضوى والكيميائى السابق للزراعة قبل الحرثة الأخيرة فى الأراضى الثقيلة. أما فى الأراضى الرملية فإن إضافة تلك الأسمدة يكون فى فجٍ يتم عمله بالمحراث، ثم يُردَّم عليه؛ ليصبح مصطبة الزراعة، وتُجرى الزراعة فى قمتها أعلى الأسمدة التى سبقت إضافتها.

تُقام المصاطب بعرض ١٠٠–١٢٠سم (من بطن المصطبة إلى بطن المصطبة المجاورة لها) فى حالة الأصناف الثابتة وراثيًّا أيًّا كانت طريقة الرى المتبعة، تزيد إلى ١٥٠–١٨٠سم فى حالة زراعة الهجن قوية النمو عندما يكون الرى بالرش أو بالتنقيط، وكذلك فى حالة التربية الرأسية. وكما أسلفنا.. يكون ظهر أو قمة المصطبة فى الزراعات الصحراوية هو الفج الذى وضعت فيه الأسمدة السابقة للزراعة والذى تم الترديم عليها.

عند زراعة الهجن قوية النمو فى الأراضى الصحراوية مع الرى بالتنقيط فإنه يتم أولاً فج الأرض فى المواقع المرغوبة لخطوط الزراعة، والتى تكون – عادة – على مسافة

١٧٥سم من بعضها البعض، ثم يضاف إليها - بانتظام - السماد العضوى، ثم مختلف الأسمدة الكيميائية (يراجع موضوع التسميد بشأن الكميات التى يتعين إضافتها للفدان من كل منها). ويلى ذلك فج الأرض مرة أخرى بين مواضع الفجاج السابقة للترديم على الأسمدة العضوية والكيميائية المضافة. وفى النهاية تُستكمل - يدويًا - إقامة مصاطب مرتفعة قليلاً فى المواقع المرغوبة لخطوط الزراعة، تكون الأسمدة المضافة فى باطنها، وعلى عمق حوالى ١٥-٢٠سم، ويراعى خلط الأسمدة بالتربة أثناء الترديم عليها لإقامة المصاطب. هذا وتُمد خراطيم الرى بالتنقيط فى منتصف مصاطب الزراعة.

وقد جرى العرف على زراعة الهجن قوية النمو على مسافة ٥٠سم من بعضها البعض على هذه المصاطب؛ وبذا.. تكون كثافة الزراعة حوالى ٤٨٠٠ نباتًا للفدان. وقد يكون من الأفضل - عند الزراعة على هذه المصاطب العريضة - زيادة كثافة الزراعة إلى الضعف (٩٦٠٠ نباتًا/فدان)؛ بزراعة خطين من النباتات على جانبى خرطوم الرى، على أن يبعد كل خط منها عن الخرطوم بمسافة ٢٥سم (أى تكون المسافة بين خطى الزراعة فى كل مصطبة ٥٠سم)، وعلى أن تكون مواقع الجور بالتبادل (على شكل رجل غراب) فى خطى الزراعة. ولكن هذه الطريقة لا تناسب الهجن ذات النمو الخضرى القوى، وهى التى قد تحتاج لزيادة مسافة الزراعة إلى ٦٠سم.

وتعتبر مسافة الـ ١٧٥سم بين خطوط الزراعة هى المسافة الشائعة لدى منتجى الخضر فى الزراعات الصحراوية؛ وذلك لأنها تناسب - كذلك - مختلف القرعيات، وخاصة القاوون (الكانتلوب)، كما تناسب جميع المحاصيل التى تزرع تحت الأنفاق المنخفضة، هذا.. إلا أن هذه المسافة لا تمثل الاستغلال الأمثل للأرض، ويوصى بتقليصها إلى ١٥٠سم فقط، مع بقاء المسافة بين الجور فى الخط على ٥٠سم؛ وبذا.. تكون كثافة الزراعة ٥٦٠٠ نبات/فدان.

وبناء على ما تقدم بيانه.. فإن كثافة الزراعة تتفاوت - عند زراعة الهجن قوية النمو بنظام الرى بالتنقيط - حسب طريقة ومسافات الزراعة، كما يلى:

المسافة بين المصاطب (سم)	طريقة الزراعة	المسافة بين الجور فى الخط الواحد (سم)	عدد النباتات/فدان
١٧٥	خط مفرد	٥٠	٤٨٠٠
١٧٥	خط مزدوج	٥٠	٩٦٠٠
١٥٠	خط مفرد	٥٠	٥٦٠٠

وتجدر الإشارة إلى أن زيادة كثافة الزراعة عن الحد المناسب للصنف تؤدى إلى زيادة المحصول المتوقع من وحدة المساحة من الأرض؛ مع انخفاض كل من محصول النبات الواحد ومتوسط وزن الثمرة. ومع استمرار زيادة كثافة الزراعة ينخفض — كذلك — المحصول من وحدة المساحة. هذا مع العلم بأن كثافة الزراعة التى تُعطى أعلى محصول من وحدة المساحة من الأرض أعلى كثيرًا من تلك التى يبدأ عندها انخفاض كل من محصول النبات الواحد ومتوسط وزن الثمرة. وعلى المنتج أن يوازن ما بين المحصول الكلى وتأثير النقص المتوقع فى حجم الثمرة على سعر البيع ، وكذلك الزيادة المتوقعة فى تكلفة الإنتاج، التى تترتب على زيادة كثافة الزراعة (van de Vooren وآخرون ١٩٨٦).

هذا.. ولا تتبع طريقة الرى بالرش (الرى المحورى أو بالمدفع أو بالرشاشات الدوارة... إلخ) فى إنتاج الطماطم إلا فى المناطق والمواسم التى تنخفض فيها الرطوبة النسبية بصورة ملحوظة؛ لأن إجراء الرى بالرش مع ارتفاع الرطوبة النسبية يعرض النباتات للإصابة الشديدة بعديد من الأمراض الفطرية والبكتيرية.

عند زراعة الهجن قوية النمو يتعين إقامة مصاطب مرتفعة قليلاً بنفس الطريقة التى سبق بيانها تحت نظام الرى بالتنقيط، ويكون عرض هذه المصاطب (من مركز المصطبة إلى مركز المصطبة التالية) — عادة — إما ١٥٠سم، مع زراعة خط واحد يتوسط المصطبة، تكون فيه النباتات على مسافة ٥٠سم من بعضها البعض (أى بكثافة ٥٦٠٠ نباتٍ/فدان)، وإما بعرض ١٧٥سم مع زراعة خطين من النباتات يتوسطان المصطبة، وتكون فيهما النباتات — كذلك — على مسافة ٥٠سم من بعضها البعض فى كل خط (أى كثافة ٩٦٠٠ نباتٍ/فدان)،

على أن يبعد الخطان عن بعضهما بمسافة ٥٠سم، وأن تتبادل مواقع "الجور" فى الخطين (أى تكون "رجل غراب").

أما إذا استعملت الأصناف العادية غير الهجين أو هجن التصنيع فإنها تزرع على نفس المسافات التى أسلفنا بيانها لمثل هذه الأصناف فى الأراضى الثقيلة، مع ملاحظة ما يلى:

١- قد تنثر الأسمدة العضوية والكيميائية على التربة وتخلط بالطبقة السطحية من التربة أثناء إعداد الحقل للزراعة، ولكن يفضل إضافتها فى فجاج يتم عملها فى المواقع المتوقعة لخطوط الزراعة، كما أسلفنا بيانه بالنسبة للزراعة مع نظام الرى بالتنقيط.

٢- تستمر الزراعة على مصاطب مرتفعة قليلاً، لأجل تحسين التهوية والصرف فى خطوط الزراعة.

٣- تكون زراعة النباتات فى منتصف المصاطب وليس على ريشتها.

وتتطلب زراعة البذور فى الحقل الدائم مباشرة (direct seeding) أن تكون المصاطب المقامة مسطحة تمامًا، وخالية كلية من كتل التربة الكبيرة (القلاقيل)، وذلك لكى يكون إنبات البذور جيدًا من جهة، وحتى لا تدخل القلاقيل مع النموات الخضرية فى آلة الحصاد مما يسبب خفضًا كبيرًا فى نوعية المحصول من جهة أخرى، ويجب ألا يقل طول مصاطب الزراعة عن ٢٠٠ متر حتى لا تقل كفاءة عملية الحصاد الآلى بكثرة دوران آلة الحصاد فى أطراف الحقل. وقد تُجرى الزراعة فى الحقل مباشرة دونما حاجة لإقامة المصاطب فى حالة اتباع طريقة الرى بالرش، أو بالتنقيط مع إجراء الحصاد يويًا، ولا يلزم حينئذ أكثر من تسوية الحقل وتنعيمه بصورة جيدة، ولكن تفضل — دائمًا — الزراعة على مصاطب مرتفعة قليلاً؛ لأجل تحسين التهوية، والصرف، ورفع حرارة التربة.

وقد اقتُرِحت زراعة الطماطم الشيرى أرضيًا باستخدام أصناف مندمجة النمو تُعطى حوالى كيلوجرامين من الثمار/نبات فى الجمعة الأولى فقط، وبما يسمح بحصادها آليًا (Evans وآخرون ٢٠١٠).

الشتل ومسافة الزراعة

يُجرى الشتل إما يدويًا، أو آليًا. يكون الشتل اليدوى بغرس الشتلة فى وجود الماء فى الثلث العلوى من ميل ريشة المصطبة، وذلك عندما يكون الرى سطحيًا (فى الأراضى الثقيلة)، ثم تُسنَد الشتلة بكتلة صغيرة من التربة الجافة، وإما بوضع الشتلة فى حُفر يتم عملها بأوتاد صغيرة فى قمة المصاطب، ثم التردیم على جذورها بالضغط عليها، وذلك فى حالة الزراعة فى الأراضى الصحراوية. ويراعى فى هذه الطريقة أن يكون الشتل فى تربة رطبة نسبيًا (مستحرثة)، مع إجراء الرى — بالرش أو بالتنقيط — لمدة ساعة على الأقل بعد الانتهاء من شتل الحقل، ومع مراعاة أن يكون الشتل فى وسط ظهر المصطبة، وفى مكان وسط بين خرطوم الرى وأطراف المنطقة المبتلة من التربة. ويُجرى الشتل الآلى بنفس هذه الطريقة، ولكن باستعمال آلات خاصة هى التى تقوم بغرس الشتلة على المسافات المرغوب فيها، وإضافة سماد بادئ إليها، ثم التردیم عليها.

يكون الشتل لعمق يصل إلى مستوى الأوراق الفلقية أو يزيد عليه، ولكن دون أن تُغطى الورقة الحقيقية الأولى. وللتغلب على صدمة الشتل — التى يتوقف فيها النمو لمدة قد تصل إلى ١٠ أيام بعد الشتل — يُراعى أن تكون الشتلات مؤقلمة جيدًا.

ولقد أعطى الشتل إلى عمق يصل إلى مستوى الأوراق الفلقية — أو حتى الورقة الحقيقية الأولى — مقارنة بالشتل حتى مستوى سطح وعاء الشتلة — محصولاً أعلى من الطماطم فى القطفة الأولى، وكانت معظم الزيادة فى عدد الثمار من بين تلك الكبيرة الحجم، كما ازدادت أعداد الثمار الحمراء فى القطفة الأولى؛ أى إنه أسرع من نضج الثمار. هذا إلاّ أن تلك التأثيرات الايجابية تناقصت فى القطفات التالية (Vavrina وآخرون ١٩٩٦).

وكان الشتل حتى عمق ١٥سم أفضل من الشتل حتى عمق ٧,٥سم؛ حيث أدى إلى زيادة المحصول الصالح للتسويق جوهريًا، لكن عمق الشتل لم يكن له تأثير جوهرى على متوسط وزن الثمرة (Hanna وآخرون ١٩٩٦).

تكون الزراعة فى حالة الرى السطحى على ريشة المصطبة التى تناسب الظروف البيئية السائدة وقت الزراعة، وهى الريشة الشمالية أو الغربية فى العروتين الصيفية والخريفية، وعلى الريشة الجنوبية أو الشرقية فى العروة الشتوية. وتكون المسافة بين الجور ٣٠سم فى الأصناف الثابتة وراثيًا تزيد حتى ٥٠-٦٠سم فى حالة الهجن قوية النمو. ويفضل فى حالة زراعة الأصناف ذات النمو الخضرى المندمج والعقد المركز (مثل بيتو ٨٦، ويوسى ٨٢) أن تُشتل كل ٢-٣ نباتات معًا فى جورة واحدة، وتُعامل كنبات واحد، أو أن تزرع نباتات فردية كل ١٠-١٥سم.

الزراعة الآلية بالبذور مباشرة فى الحقل الدائم

تكون الزراعة الآلية للبذور إما بزراعة البذور الجافة مباشرة بآلات تنظم عدد البذور التى يُرغب فى زراعتها فى كل متر طولى من الخط، وإما بطريقة السوائل fluid drilling، حيث تزرع البذور - بعد استنباتها - وهى معلقة فى تحضير تجارى جيلاتينى مثل اللابونيت Laponite والناتروسول Natrosol، وقد تُعلَّق البذور فى المادة الجيلاتينية بعد معاملتها بالنقع فى محاليل ذات ضغط أسموزى عالٍ؛ لتكون أكثر قدرة على تحمل الظروف البيئية القاسية حتى اكتمال الإنبات بعد الزراعة المباشرة. كذلك قد تُزرع البذور آليًا وهى فى مخلوط مع البيت موس والفيرميكيوليت.

وفى الحالة الأخيرة تقوم آلة واحدة بإقامة الخطوط، وإضافة السماد، وتبخير التربة ببروميد الميثايل، ثم تغطيتها بالبوليثيلين. وبعد نحو ٧-١٠ أيام من ذلك، تقوم آلة أخرى بخرق ثقوب فى الغطاء، وزراعة البذور وهى مخلوطة مع البيت موس المبلل، وسماد بطئ الذوبان والتيسير. يضاف لكل جورة نحو ٥٠ جم من المخلوط، وتحتوى هذه

الكمية على نحو ٥ بذور. وبعد وضع المخلوط فإنه يُغطى بالفيرميكيوليت، أو البرليت حتى لا يجف، ثم تخف كل جورة على نبات واحد بعد الإنبات. وتتبع هذه الطريقة مع أصناف الاستهلاك الطازج، حيث تكون المسافة بين الخطوط ١٥٠سم، وبين النباتات فى الخط من ٣٠-٥٠سم.

الخف الآلى

قد تجرى عملية الخف آليًا إما بواسطة آلات تقوم بإزالة البادرات فى جزء من الخط وتتركها فى جزء آخر، وتتكرر هذه العملية كل ٣٠سم على امتداد الخط، أو بواسطة آلات إليكترونية تقوم بتحسس موضع النبات. ولا يتمكن النوع الأخير من التمييز بين الطماطم والحشائش؛ لذا يجب أن يكون الحقل خاليًا تمامًا من الأعشاب الضارة. كذلك يستوجب الخف الآلى أن تكون المصاطب مستوية تمامًا، وخالية كلية من تكتلات التربة؛ لذا.. يوصى بتأجيل عزيق التربة إلى ما بعد إجراء عملية الخف، وذلك لأنه غالبًا ما يؤدى إلى تكوين بعض التكتلات (القلاقيل).

تتبع الطريقة الأولى للخف فى أصناف التصنيع. وتعرف باسم clump thinning نظرًا لأن الآلة تترك ٢-٤ نباتات معًا كل نحو ٣٠سم، وهى المسافة الواقعة من مركز مجموعة النباتات (clump) إلى مركز المجموعة التالية. وقد يجرى الخف بحيث تترك نباتات مفردة على مسافة ١٥سم من بعضها البعض. ولا تزيد كثافة الزراعة فى أى من هذه الطرق عن ١٥ نبات فى كل متر طولى من الخط.

أما فى أصناف الاستهلاك الطازج .. فإن الخف يجرى بحيث تترك نباتات مفردة. ولا يتحتم إجراء ذلك مع الأصناف الجديدة ذات النمو الخضرى المندمج compact، والتى يمكن خفها على مجموعات يتكون كل منها من ٢-٣ نباتات، بينما تكون المسافة بين النباتات من ٣٥-٤٠سم فى حالة ترك نباتات مفردة، ومن ٤٠-٥٠سم بين مراكز التجمعات النباتية clumps فى حالة ترك ٢-٣ نباتات معًا.

التربية الرأسية

التربية الرأسية مع التقليم staking

فى حالة التربية الرأسية للطماطم مع التقليم (وهى التى تعرف باسم staking) تكون الزراعة فى خطوط مزدوجة — يبعد خَطًا كل زوج منها بمقدار ٥٠–٦٠سم عن بعضها البعض — على مصاطب بعرض ١٨٠سم، مع الشتل على مسافة ٢٥–٥٠سم بين النباتات فى كل خط، حسب قوة النمو الخضرى للصنف المستعمل فى الزراعة، وتثبت قوائم خشبية (سمكها ٥سم، وطولها متران، مع طلاء قواعدها بالقطران)، أو زوايا حديدية إلى عمق ٥٠سم فى منتصف المصاطب (أى بين نباتات كل زوج من خطوط الزراعة)، ثم يُثَبَّتُ سلك مجلفن (نمرة ١٠–١١) على قمة القوائم بمسامير (على شكل حرف V)، ويُشَدُّ السلك جيدًا، وتثبت أطرافه بأوتاد حديدية فى التربة كل ١٥٠م كحد أقصى.

ويمكن تسهيل شد السلك بإمالة ٢–٣ قوائم من القوائم الموجودة فى طرف المصطبة من كل جانب منها، ثم يشد السلك عليها وهى مائلة، وبعدها تُعاد القوائم إلى الوضع العمودى؛ وبذا يشد السلك فوقها.

وبعد أن تنمو النباتات لارتفاع ٣٠سم تربط بخيط سميك نسبيًا (دوبارة) من قاعدة الساق بعقدة واسعة قليلاً، وذلك لتسمح بنمو الساق، ثم يُرْبَطُ الطرف الآخر للخيط فى السلك المشدود أعلى المصطبة.

تربى النباتات رأسيًا على الخيط مع إزالة كل الفروع الجانبية ما عدا فرع جانبى واحد أو فرعين، إلى جانب القمة النامية الأصلية للنبات. وتعرف عملية إزالة النموات الجانبية بالسرطنة suckering.

تبدأ السرطنة بعد ٣ أسابيع من الشتل، ثم تُكَرَّرُ كل ٥ أيام بعد ذلك. ويؤدى تأخيرها إلى زيادة نمو الفروع الجانبية؛ مما يؤدى إلى الإضرار بالنبات عند إزالتها، بالإضافة إلى فقد جزء من المواد الغذائية التى استخدمت فى تكوين نموات يتم التخلص منها.

ومع كل مرة تجرى فيها عملية السرطنة، يتم – كذلك – توجيه النبات إلى أعلى حول الخيط، وذلك بشرط أن يكون التوجيه دائمًا فى اتجاه واحد، حتى لا يحدث ارتخاء فجائى للنبات – فيما بعد – تحت ثقل الثمار. وتتوقف عمليتا التوجيه والسرطنة (أو التربية والتقليم) عند وصول النبات إلى السلك، وتعرف تربية النباتات بهذه الطريقة باسم Staking.

ويلزم لزراعة الفدان بهذه الطريقة نحو ٨٥٠ قائمًا خشبيًّا (أو زاوية حديدية)، و١٨٠ كجم من السلك المجلفن نمرة ١٠–١١، و ١٠٠ وتد حديدى كبير، و ٦٠كجم دوبارة، بالإضافة إلى المسامير الخاصة التى على شكل حرف V.

ويُراعى فى حالة إجراء الرى بالتنقيط أن يُمد خطان للرى قريبًا من النباتات فى خط الزراعة المزدوج. ويُوَاجه الرى بالرش فى حالة التربية الرأسية بصعوبات جمة تتعلق بإقة نظام الرى ذاته (كما فى الرى المحورى)، وبتجانس توزيع مياه الرى التى تعترضها النباتات النامية رأسيًّا (كما فى حالتى الرى بالمدفع وبالرشاشات الدوارة).

ومن التباينات الأخرى المتبعة فى التربية الرأسية للطماطم استخدام قوائم خشبية بسمك ٧,٥–١٠سم ومقطع مربع، تُثبت على مسافة ٣,٥–٤,٠م م من بعضها البعض، ويكون ارتفاعها فوق سطح التربة ١٥٠سم، وبعمق ٥٠سم فى التربة. يُثبت سلك جيج ١٢ بامتداد قمة القوائم. وتُثبت قوائم بطول ضلع ١٥سم عميقًا فى التربة فى نهايات خطوط الزراعة.

وتكون زراعة الطماطم على مسافة ٧٠سم من بعضها البعض، مع السماح لفرعين من كل نبات بالنمو الرأسى. يُربط خيط متين من منتصفه فى قاعدة ساق النبات تحت مكان اتصال الفرعين مباشرة، ثم يُربط طرفاه فى السلك العلوى على مسافة ٦٠سم من بعضهما البعض (أى يكونا على شكل حرف V)؛ بما يسمح بتربية كل ساق لأعلى على حدة.

وعند تربية النباتات رأسيًّا لا يُسمح بالنمو الجانبى إلاّ للفرع الذى يقع أسفل أول عنقود زهرى مباشرة، ليكوِّن ساقًا ثانية، وتُزال جميع النموات الأخرى وهى بطول

٢,٥-٥سم؛ مما يستلزم المرور لإجراء عملية السرطنة أسبوعيًا فى الجو الدافئ وكل ١٠ أيام فى الجو المائل للبرودة. ويتطلب الأمر لف كل فرع حول الخيط بصورة دورية حتى لا يتدلى، على أن يكون اللف – دائمًا – فى اتجاه واحد بالنسبة لكل ساق، حتى لا يسقط الساق تحت ثقل الثمار.

التربية الرأسية بدون تقليم Trellising

تُعرف طريقة التربية الرأسية للطماطم بدون تقليم باسم trellising، وفيها تشتل النباتات على مسافة ٤٠-٥٠ سم من بعضها فى خطوط تبعد عن بعضها بنحو ١٧٥ سم، مع اتباع نظام الرى بالتنقيط، أو بالرش، ثم تقام قوائم خشبية أو حديدية على امتداد خط الزراعة وبارتفاع ١٥٠ سم تصل بينها أفقيا خيوط من البولى بروبلين كل ٢٥ سم، وتمر من خلالها فروع نبات الطماطم دون أن يجرى لها أى تقليم، وتمد الخيوط أفقيا حسب النمو النباتى – كلما دعت الضرورة إلى ذلك – حتى يصل ارتفاع النبات إلى ١٢٠ سم، ويتطلب ذلك مد خمس طبقات من الخيوط.

تفضل – عادة – إزالة الفروع التى تنمو فى آباط الأوراق الخمس الأولى؛ وذلك للمساعدة على تحسين التهوية. وكبديل لهذا الإجراء.. فإنه يمكن إزالة الأوراق السفلى حتى ارتفاع ٦٠ سم، وذلك بعد تكوّن معظم ثمار العنقود الأول.

الجمع بين الـ Staking والـ Trellising

قد تربى الطماطم رأسيًا بطريقة مماثلة للسابقة، إلا أنه يمد فيها ٢-٣ أسلاك أفقية بدلاً من الخيوط، مع توجيه الفروع الرئيسية إلى أعلى على خيوط رأسية كما فى حالة الـ staking؛ حيث تربى على ٢-٣ سيقان حسب كثافة الزراعة، وكثافة النمو النباتى.

كما قد تربى النباتات رأسيا باستعمال دعائم خشبية على شكل حرف T تشبه تلك المستعملة فى تربية العنب، وتكون القائمة نفسها بطول حوالى ١٥٠-١٦٠ سم، يغرس منها نحو ٣٠ سم فى التربة بعد طلائه بالبيتومين، أما الجزء العلوى الأفقى من

حرف الـ T فيكون بطول حوالى ١٢٠ سم. وبعد غرس القوائم فى مكانها فى التربة — كل حوالى ثلاثة أمتار — بامتداد خط الزراعة، تثبت أربعة أسلاك أفقية — على مسافة ٤٠ سم من بعضها البعض — فى العارضة الأفقية (فى طرفيها ثم كل ٤٠ سم). ويكون غرس القوائم فى خطوط تبعد عن بعضها بمقدار ١٨٠—٢٠٠ سم، ثم يزرع خطان من النباتات — يبعدان عن بعضهما البعض بمقدار ٨٠—١٠٠ سم — على جانبى كل خط من القوائم (أى يبعد كل خط من خطى النباتات عن خط القوائم بمقدار ٤٠—٥٠ سم).

تزرع النباتات على مسافة ٥٠ سم من بعضها البعض فى خطوط الزراعة، ويخصص لكل خط منها خط للرى بالتنقيط. تربى ٤—٥ فروع من كل نبات رأسيًّا على خيوط تُربط نهايتها فى السلكين العلويين المخصصين لكل خط من خطوط الزراعة، مع توزيع نهايات الخيوط على السلك بحيث لا تكون الفروع المرباه متلاصقة ومتزاحمة بالقرب من بعضها.

ومن التباينات الأخرى المعروفة لطريقة الـ trellises تثبيت قوائم خشبية بسمك ٧,٥—١٠ سم وبطول ١٩٠ سم على مسافة ٣,٥—٤,٥ م من بعضها البعض، مع دق ٤٠ سم منها فى التربة. يُثبت سلك مقاس ١٢ جيج بامتداد قمة القوائم. ويراعى تثبيت نهايتا خط القوائم جيدًا فى التربة إما بإمالة آخر قائمتين خارجيًّا بزاوية ٤٥°، وإما باستعمال قوائم فى النهايتين بسمك ١٥ سم مع دقها لعمق ٦٠—٧٥ سم فى التربة. يكون تثبيت القوائم بامتداد خط الزراعة، ويثبت السلك العلوى جيدًا من طرفيه فى أوتاد قوية مثبتة جيدًا فى التربة. تُربى الطماطم رأسيًّا بربطها إلى خيوط بولى بروبلين تُدلّى رأسيًّا من السلك العلوى مقابل كل نبات، أو مقابل كل فرع من فرعى كل نبات عندما تُربى على فرعين، وتربط الخيوط من نهايتها السفلى بقواعد سيقان النباتات أو الفروع.

ومع إزالة النموات الجانبية التى تظهر فى آباط الأوراق أولاً باول — وهى بطول ٢,٥—٥سم— تُلف السيقان أو الفروع الرئيسية النامية — أثناء نموها — حول الخيوط المدلاة (المصدر:

.(Fresh market tomatoes. University & Missouri Extension. The Internet. 2007

وكبديل للتربية بهذه الطريقة تثبت خيوط أفقية بالقوائم كل حوالى ٣٠ سم تربط بها سيقان وفروع الطماطم أثناء نموها.

المزايا والعيوب

تُفيد زراعة الطماطم رأسيًا (بالـ stake system) فى الحد من كل من أمراض النموات الخضرية، وأعفان الثمار عند الحصاد، والإصابات المرضية التى تظهر أثناء الشحن والتخزين (Tietjen وآخرون ٢٠٠١).

كذلك تتميز التربية الرأسية للطماطم بزيادة المحصول المبكر، والمحصول الكلى، والمحصول الصالح للتسويق، وبسهولة إجراء عمليات مكافحة الآفات والحصاد.

ولكن يُعيبها زيادة التكلفة الإنتاجية بدرجة كبيرة، وزيادة نسبة الثمار التى تُصاب بلفحة الشمس، والتشقق، وتعفن الطرف الزهرى.

الزراعة تحت الأنفاق

يُفيد استخدام الأنفاق البلاستيكية المنخفضة low plastic tunnels فى إنتاج محصول مبكر من الطماطم، إما بإنتاج شتلات العروة الصيفية المبكرة أثناء الجو البارد خلال شهرى ديسمبر ويناير، وإما بإنتاج المحصول ذاته بتغطية النباتات بالبلاستيك ابتداء من شهر نوفمبر إلى أن يتحسن الجو فى بداية الربيع.

تحدث الحماية من البرودة والصقيع لأن التربة تكتسب حرارتها خلال النهار، ثم تعيد إشعاع جزء منها فى جو النفق أثناء الليل. كما أن درجات الحرارة تكون أكثر ارتفاعًا داخل النفق عنها خارجه؛ مما يسمح بنمو النباتات بصورة أفضل عندما تكون درجةُ الحرارة منخفضة نهارًا، كذلك توفر الأنفاق للنباتات الحماية من الرياح الباردة وسفى الرمال.

موعد الزراعة

يكون شتل نباتات الطماطم فى الحقل لأجل عروة الأنفاق ابتداء من ٢٠ أكتوبر وحتى ١٥ ديسمبر. وطبيعى أن زراعة البذور تكون قبل ذلك بنحو ١-١,٥ شهر حسب درجة الحرارة السائدة. ويفضل الشتل المبكر؛ ليتوافق الحصاد مع فترة ارتفاع الأسعار خلال شهرى مارس وأبريل، وأوائل شهر مايو.

أما فى المناطق التى تسودها حرارة شديدة الانخفاض مع فترات طويلة من الصقيع شتاء فلا يفيد فيها استعمال الأنفاق البلاستيكية لأجل إنتاج الطماطم إلا فى الزراعات المبكرة فى بداية الربيع؛ حيث تعطى دفعة قوية للنمو الخضرى قبل أن تبدأ مرحلة الإزهار وعقد الثمار؛ الأمر الذى يؤدى إلى إحداث زيادة معنوية فى كل من المحصول المبكر والمحصول الكلى.

الأصناف المناسبة للزراعة

تعتبر هجن الاستهلاك الطازج محدودة النمو أنسب الأصناف للزراعة تحت الأنفاق. ونظرًا لأن إنتاج الأزهار وعقد الثمار يتم خلال فترة انخفاض درجة الحرارة؛ لذا.. يجب أن تكون الأصناف المستعملة قادرة على إنتاج بويضات طبيعية فى ظروف الحرارة المنخفضة. كما أن النباتات تُعامل بمنظمات النمو التى تحفز نمو مبايض الأزهار تحت هذه الظروف؛ مما يستلزم أن تكون الأصناف المستخدمة قادرة — كذلك — على إنتاج ثمار جيدة النوعية عند معاملتها بمنظمات النمو.

إقامة الأنفاق والزراعة فيها

تثبت الأنفاق حول أقواس من السلك المجلفن الذى يكون بقطر ٤ مم، ويشكل على شكل نصف دائرة بالقطر المرغوب.

يتم إعداد الأرض للزراعة قبل إقامة الأنفاق، كما يتم مدّ خراطيم الرى بالتنقيط، ويجب أن يؤخذ فى الحسبان أن تكون الأنفاق فى اتجاه الريح السائدة، وخاصة الريح القوية، ويفضل أن تكون فى وضع يسمح بتعرضها لأكبر قدر من أشعة الشمس.

يتم الشتل قبل إقامة الأنفاق مباشرة، أو بنحو ٣-٤ أسابيع حسب موعد الزراعة ودرجة الحرارة السائدة، وتكون المسافة بين خطوط الزراعة حوالى ١٧٥ سم، مع ترك مسافة ٥٠ سم بين النباتات فى الخط الواحد، أما عند استخدام الأنفاق فى إنتاج الشتلات المبكرة.. فإن أحواض الشتلة تقام بعرض ٦٠-٩٠ سم، وطول ٣-٤ م (أو بدون طول محدود فى حالة ريها بالتنقيط)، وتزرع الأحواض بالطريقة العادية، وتروى ريًّا غزيرًا (فى الأراضى الطميية)، ثم تقام الأنفاق فى نفس اليوم.

وعند بناء الهيكل يتم تشكيل أقواس السلك المجلفن، مع عمل حلقة صغيرة تبعد عن كل من طرفيه بنحو ١٥ سم، ثم تغرس فى الأرض حتى موضع الحلقات، على أن يكون الغرس بميل فى اتجاه مركز النفق لأجل زيادة مقاومة النفق للرياح، ويتراوح طول السلك المكون للقوس من ١٦٠ سم للأنفاق التى يبلغ عرضها عند القاعدة ٦٠ سم إلى ٢٤٠ سم بالنسبة للأنفاق التى يبلغ عرضها عند القاعدة مترًا واحدًا، وإلى نحو ٢٧٥ سم للأنفاق التى يكون عرضها عند القاعدة ١٢٠ سم، ولكنها تكون — غالبًا — بطول ٢٢٠ سم. وتثبت الأقواس على مسافة مترين من بعضها البعض فى الظروف العادية، وكل ١-١,٥ م عندما يُتوقع هبوب رياح قوية. وتربط الأقواس معًا بخيط رفيع (دوبارة) قبل وضع الغطاء البلاستيكى عليها.

وعند وضع الغطاء البلاستيكى يربط أحد طرفيه حول وتد عند إحدى نهايتى النفق، ثم يفرد البلاستيك تدريجيًّا فوق الأقواس، ويربط بوتد آخر من الناحية الأخرى للنفق، كما يتم الترديم جيدًا على البلاستيك بامتداد جانبى النفق. ويُراعى وضع البلاستيك أثناء ارتفاع درجة الحرارة لكى يكون متمددًا؛ فلا يحدث له ارتخاء بعد تثبيته.

يُشد البلاستيك على الأقواس — فى المناطق التى تسودها رياح قوية — بواسطة خيوط تمر من خلال الحلقات الموجودة فى الأقواس؛ بحيث تكون الخيوط متقاطعة وعلى شكل حلزونى، وقد تكون متقابلة، ويعمل ذلك على منع تحرك غطاء البلاستيك

أو طيرانه بفعل الرياح القوية، كما يُسهِّل عملية التهوية فى الأيام المشمسة؛ برفع البلاستيك إلى أعلى، وتحريكه بين الأقواس والخيوط.

كما قد يُثبَّت البلاستيك بوضع أقواس سلكية فوقه كل ٦–٨ أمتار، بخلاف الأقواس التى يستند عليها البلاستيك ذاته.

ويفضل ألا يزيد طول النفق على ٣٠ مترًا، ويكون عرضه عند القاعدة حوالى ١٠٠ سم، وارتفاعه ٥٥ سم. أما أحواض إنتاج الشتلات فيكون عرضها عند القاعدة حوالى ٦٠–٩٠ سم وارتفاعها ٤٠–٥٠ سم. ويستخدم للأنفاق بلاستيك بعرض ١٦٠–٢٤٠ سم، وسمك ٥٠–١٠٠ ميكرونًا، حيث يقل عرض البلاستيك المستخدم وسمكه كلما قل عرض النفق المقام (تكون الحدود الدنيا من العرض والسُّمك لأحواض الشتلة التى يبلغ عرضها ٦٠ سم، والحدود القصوى لأنفاق الإنتاج التجارى التى يصل عرضها إلى ١١٠–١٢٠ سم).

ويستعمل — عادة — بلاستيك أسود كغطاء للتربة تحت الأنفاق لمنع نمو الحشائش، ولكن إذا أمكن مكافحة الحشائش بوسائل أخرى — مثل المبيدات — فإنه يمكن الاستغناء عن استعمال الغطاء البلاستيكى للتربة؛ لأنه يزيد من احتمالات إصابة الجذور بالأعفان، وإن لم توجد مشاكل من أى من الحشائش أو أعفان الجذور فإنه يفضل استعمال غطاء بلاستيكى شفاف للتربة، لأنه يؤدى إلى زيادة تدفئة التربة؛ وهو ما يتوافق مع احتياجات الطماطم. وتجدر ملاحظة أن الغطاء البلاستيكى الشفاف يُحفِّز — بشدة — نمو الحشائش تحته، وأن الطماطم تكون أكثر حساسية لأضرار بعض مبيدات الحشائش — مثل المتريبوزين metribuzin (السنكور Sencor) — تحت الغطاء عنه خارجه (عن Geisenberg & Stewart ١٩٨٦).

وتتطلب إقامة الأنفاق البلاستيكية على مساحة فدان، ما يلى:

٣٠٠ كجم سلك مجلفن سمك ٥ مم (وبطول ٢٢٠ سم لكل قوس).

١٥٠ كجم بلاستيك أسود بعرض ٨٠ سم وسمك ٤٠ ميكرونا، يستعمل كغطاء للتربة.

٣٠٠ كجم بلاستيك شفاف يعرض ٢٢٠ سم وسمك ٦٠ ميكروناً.

١٠ كجم خيط للتربيط (دوبارة).

١٦٠ وتد خشبى لتثبيت نهايات الأنفاق فيها.

هذا.. مع العلم بأن البلاستيك بنوعيه الأسود والأبيض يستعمل لمدة موسم واحد فقط، بينما يمكن استعمال خيوط التربيط لمدة موسمين، والأوتاد الخشبية لثلاثة مواسم، والسلك المجلفن — وكذلك شبكة الرى بالتنقيط — لمدة خمس سنوات.

تهوية الأنفاق

تعد تهوية الأنفاق من أهم عمليات الخدمة الزراعية عند الزراعة بهذه الطريقة. ففى حالة إنتاج الشتلات تبدأ تهوية الأنفاق بعد إنبات البذور، ويكون ذلك — عادة — بعد نحو ٣ أسابيع فى الجو البارد، وتجرى التهوية فى الأيام الدافئة بفتح نهايات الأنفاق وقت الظهيرة، ومع تقدم الشتلة فى العمر تزداد فترات التهوية، مع رفع الغطاء من الجوانب تدريجيًا فى الأيام الدافئة، ويراعى رفع الغطاء كلية قبل الشتل بنحو ١٠–١٢ يومًا.

أما بالنسبة للمحصول التجارى.. فإن التهوية تحد من الارتفاع الشديد فى درجة الحرارة داخل النفق نهارًا؛ حيث يكون لارتفاع الحرارة عن ٣٥°م أثرُ سلبىٌ على كل من حجم الثمار، وجودتها، ونسبة الصالح منها للتسويق (Wolfe وآخرون ١٩٨٩)، كما أن التهوية تحد — كذلك — من ارتفاع الرطوبة النسبية؛ فتقل بالتالى احتمالات الإصابة بالأمراض، كما تقل ظاهرة تكثف بخار الماء على السطح الداخلى للنفق. كذلك تساعد التهوية — كثيرًا — على تلقيح النباتات داخل الأنفاق؛ لأن زهرة الطماطم بحاجة إلى قليل من الاهتزاز بواسطة الرياح، أو بطريقة ميكانيكية، ليحدث التلقيح بصورة جيدة.

وقد تجرى التهوية — فى المناطق القليلة الأمطار — بعمل فتحات دائرية الشكل

فى البلاستيك على جانب واحد من النفق أو على جانبيه، حيث تكون متبادلة على الجانبين، وتبعد عن بعضها البعض بنحو ١,٥-٢ م. تكون هذه الفتحات صغيرة فى البداية، حيث لا يزيد قطرها على ١٠ سم، ثم يزداد قطرها – تدريجيًّا – مع زيادة النمو النباتى، ومع الارتفاع التدريجى فى درجة الحرارة، إلى أن يصل قطرها إلى نحو ٥٠-٦٠ سم، وتكون على شكل دوائر شبه مكتملة ذات قواعد عند سطح التربة.

تحقق هذه الطريقة فى التهوية المزايا التالية:

١- تسهيل مكافحة الآفات من خلالها.

٢- توفير الجهد اليومى الذى يبذل فى عملية التهوية.

٣- تقليل احتمالات انهيار الأنفاق لدى تعرضها لرياح قوية.

ويمكن الاستغناء عن عملية التهوية المجهدة والمكلفة باستعمال أغطية ذاتية التهوية تحتوى على فتحات طولية ضيقة slitted، أو ثقوب دقيقة perforated موزعة توزيعًا متجانسًا على كل الشريحة البلاستيكية، ولكن يجب أن تراقب الحرارة جيدًا داخل هذه الأنفاق حتى لا ترتفع كثيرًا فى الأيام الحارة؛ الأمر الذى يؤدى إلى ضعف العقد وانخفاض المحصول (Peterson & Taber ١٩٩١)، إلا أن فائدتها أو ضررها يتوقفان على درجة الحرارة السائدة خلال فترة استعمالها (Ochigbo & Harris ١٩٨٩).

التكشيف

تُزال الأنفاق تمامًا، وتكشف النباتات عند ارتفاع درجة الحرارة وزوال خطر تعرضها للصقيع، ويكون ذلك – عادة – خلال الأسبوع الثانى أو الثالث من شهر مارس. وكمرحلة أولى خلال هذه الفترة الحرجة التى تسودها الرياح – عادة – يمكن إدارة الأقواس السلكية بمقدار ٩٠°م، لتصبح فى محاذاة خط الزراعة، ثم طى الغطاء البلاستيكى للنفق عليها لتستخدم كمصدٍّ فعّالٍ للرياح.

مواعيد الزراعة

تزرع الطماطم فى مصر على مدار العام تقريبًا فى سبع عروات (مواعيد زراعة) كما يلى:

١- العروة الصيفية المبكرة:

تزرع بذورها فى أكتوبر ونوفمبر، وتشتل نباتاتها فى ديسمبر ويناير، وأوائل فبراير، وتجود فى الأراضى الرملية والمناطق الدافئة بشرط حمايتها من الصقيع. وتعد هذه العروة محدودة الانتشار، وتعطى محصولها خلال فترة ارتفاع الأسعار فى مارس وأبريل. وتتركز أهم مشاكلها فى تعرض النبات للصقيع، وسوء العقد نتيجة انخفاض درجات الحرارة خلال فترة الإزهار. ومن المفضل أن تزرع فيها الأصناف القادرة على العقد فى درجات الحرارة المنخفضة، وأهم مناطق الزراعة فى هذه العروة هى: إدكو، ورشيد، والإسماعيلية.

٢- العروة الصيفية العادية:

تزرع بذورها فى يناير وفبراير، مع توفير الحماية الكافية لها من البرد والصقيع بإنتاجها تحت الأنفاق البلاستيكية المنخفضة، وتشتل نباتاتها فى فبراير ومارس. تنجح زراعة هذه العروة فى معظم أنحاء مصر، وتنتشر فى محافظات الجيزة، والقليوبية، والإسماعيلية، وشمالى سيناء، وتعطى المحصول الرئيسى من الطماطم فى مايو ويونية. تتوفر فى هذه العروة الظروف الجوية الملائمة للنمو الخضرى، والإزهار، والعقد، ونضج الثمار.

٣- العروة الصيفية المتأخرة:

تزرع بذورها فى فبراير ومارس، وتشتل نباتاتها فى أواخر مارس وأبريل، وتعطى محصولها فى أواخر يونية ويولية. تنجح زراعتها فى المناطق الشمالية، وتنتشر خاصة فى محافظات البحيرة، والشرقية، والقليوبية، ومن أهم مشاكلها: تعرض الثمار

للإصابة بلفحة الشمس؛ لذا.. تفضل زراعة الأصناف ذات النمو الخضرى القوى، الذى يغطى الثمار بشكل جيد. وتنتشر زراعتها فى مناطق وسط وغرب الدلتا.

٤- العروة المحيّرة:

تزرع بذورها فى أبريل ومايو، وتشتل نباتاتها فى مايو ويونيو، لا تنجح هذه العروة إلا فى المناطق الساحلية لاعتدال جوها، وهى تعطى محصولها خلال الفترة الثانية لارتفاع الأسعار فى سبتمبر وأكتوبر. ومن أهم مشاكلها ضعف العقد؛ نظرًا لارتفاع درجة الحرارة خلال مرحلة الإزهار، وتعرض الثمار للإصابة بلفحة الشمس؛ لذا. تفضل زراعة الأصناف ذات القدرة على العقد فى الحرارة العالية، وذات النمو الخضرى القوى.

وقد تعرف هذه العروة بالخريفية المبكرة، وتزرع بذورها من أواخر يونيو إلى أواخر يوليو فى شمال الصعيد (الفيوم وبنى سويف والمنيا) وغرب النوبارية والإسماعيلية.

وقد تبين لدى مقارنة الزراعات المبكرة (الشتل فى منتصف فبراير وأول مارس) مقارنة بالزراعات المتأخرة (الشتل فى منتصف مايو وأول يونيو) فى منطقة النوبارية أن تفتح أول زهرة استغرق حوالى ٦٠ يومًا فى الزراعات المبكرة، وحوالى ٢٠ يومًا فى المتأخرة، وازداد محصول الزراعات المبكرة بنحو ٢-٣,٥ ضعف محصول الزراعات المتأخرة، وكانت تلك الزيادة مصاحَبة بزيادة فى متوسط وزن الثمرة قُدرت بنحو ٢٠٪-٢٥٪، وفى محتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية بلغت حوالى ١٠٪-٣٠٪ (Hashem & Ebida ١٩٩٧).

٥- العروة الخريفية:

تزرع بذورها فى يوليو وأغسطس، وتشتل نباتاتها فى أغسطس وأوائل سبتمبر، تنتشر زراعتها فى الدلتا، ومصر الوسطى، خاصة فى محافظات البحيرة، والشرقية، والجيزة، وتعطى محصولاً وفيرًا فى نوفمبر، وديسمبر، ويناير، حتى مارس. ومن أكبر مشاكل هذه العروة تعرضها للإصابة بمرض سقوط البادرات فى المشتل، وفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم، ومرضا عفن الرقبة والندوة المبكرة. وتفضل زراعة الأصناف التى

تتحمل الإصابة بالفيرس فى هذه العروة، مع حماية النباتات من الأمراض الأخرى التى تنتشر فيها. تزرع هذه العروة فى عدة محافظات خاصة فى جنوب الصعيد، وتدخل ضمنها الزراعات السلكية فى الحقول المكشوفة.

٦- العروة الشتوية:

تزرع بذورها فى سبتمبر وأكتوبر، وتشتل نباتاتها فى أكتوبر ونوفمبر. تجود هذه العروة فى المناطق الدافئة والرملية بشرط حماية النباتات من الصقيع. ومن أكثر المناطق زراعة فى هذه العروة: سوهاج، والأقصر، وقنا، وأسوان، والمناطق الساحلية فى إدكو ورشيد، وكذلك فى محافظات الشرقية، والإسماعيلية، والجيزة، والبحيرة، كما تنتشر زراعتها تحت الأنفاق البلاستيكية المنخفضة فى شمالى سيناء، والإسماعيلية، وفى الأراضى الجديدة. تعطى هذه العروة محصولها خلال الفترة من يناير حتى أبريل، ومن أهم مشاكلها: تعرض النباتات للإصابة بالصقيع، وسوء العقد، وانتشار الإصابة بالندوة المتأخرة. ويشترط لنجاحها أن تزرع الأصناف التى يمكنها العقد فى درجات الحرارة المنخفضة.

٧- عروة الأقبية البلاستيكية (أو العروة المحيرة الثانية):

تزرع تحت الأقبية البلاستيكية خلال أواخر نوفمبر وحتى أوائل ديسمبر فى شمال سيناء، والإسماعيلية ووادى النطرون.

كما تنتشر زراعة الطماطم تحت الأنفاق البلاستيكية المنخفضة — فى معظم الأراضى الجديدة — فى العروة الشتوية.

وتوفر الأنفاق للنباتات درجات الحرارة المناسبة للنمو والعقد الجيدين؛ بما يسمح بإنتاج محصول جيد خلال فترة ارتفاع الأسعار فى مارس وأبريل.

تخطيط مواعيد الزراعات المتتابعة فى المزارع الكبيرة

عندما تكون مزرعة الطماطم كبيرة فإنه يلزم تقسيمها إلى مساحات أصغر، وأن تتم زراعتها فى مواعيد متتابعة، لأن ذلك يحقق المزايا التالية:

١- تجنب زيادة المعروض من الطماطم فى الأسواق خلال فترة قصيرة فلا تنخفض الأسعار.

٢- توزيع العمليات الزراعية المختلفة على مدى فترة زمنية طويلة، وبذلك يمكن تحقيق أكبر استفادة ممكنة من العمالة الدائمة، والآلات، والمواد، والمنشآت الزراعية دون أن تحدث اختناقات، خاصة بالنسبة لعملية الحصاد، وذلك حتى إذا كان الحصاد آليًا؛ فسوف تحصد الآلة الواحدة نحو ٥-٨ أفدنة فقط خلال يوم العمل الواحد.

وتستغرق الفترة من إنبات البذور حتى الحصاد نحو ١٢٥-١٣٥ يومًا فى أصناف التصنيع الحديثة، حيث تكون الفترة طويلة فى الجو المائل للبرودة، وتزيد الفترة عن ذلك فى أصناف الاستهلاك الطازج.

وعندما تكون بداية الزراعة أثناء انخفاض درجة الحرارة شتاءً، فإن الفترة التى تمر بين الزراعة، وإنبات البذور لا تؤخذ فى الاعتبار لأنها تكون طويلة. ويستلزم الأمر فى هذه الحالة أن يعتمد توقيت الزراعات المتتالية على ظهور البادرات وليس على مواعيد زراعة البذور. ويتضح تأثير درجة الحرارة على سرعة الإنبات فى جدول (٥-١). فبينما يحدث الإنبات خلال ٦ أيام فقط فى حرارة ٢٧ °م، نجد أنه يستغرق ٢٥ يومًا فى حرارة ١٣ °م.

جدول (٥-١): تأثير درجة الحرارة على سرعة ظهور البادرات فى الطماطم.

متوسط درجة الحرارة على عمق ٥ سم (°م)	عدد الأيام من الزراعة حتى الإنبات
١٣	٢٥
١٤	١٦
١٥	١٥
١٦	١٤
٢٣	٩
٢٦	٨
٢٧	٦

ويجب ألا تبدأ الزراعة الأولى قبل أن تصل حرارة التربة إلى ١٤ °م. ويمكن قياس حرارة التربة باستعمال ترمومتر عادى يدفع فى التربة حتى عمق ٥ سم فيما بين الحادية عشرة، والثانية عشرة صباحًا. وعندما تصل الحرارة عند هذا العمق إلى ١٤ °م، أو أكثر لمدة ثلاثة أيام متتالية، فإنه يمكن البدء فى الزراعة إن كانت الرطوبة الأرضية مناسبة (يجب عدم الزراعة فى الأراضى زائدة الرطوبة، وذلك حتى لا تنضغط بشدة فتمنع إنبات البذور). أما الزراعة الثانية فتكون عندما تصل بادرات الزراعة الأولى إلى بداية مرحلة تكوين الورقة الحقيقية الأولى.. وهكذا تتابع الزراعات المتتالية.

ومن الطبيعى أن يتأثر نمو وتطور نبات الطماطم بدرجات الحرارة السائدة. ومن واقع الاحتياجات الحرارية المعروفة لكل صنف، والاحتياجات الحرارية المسجلة لمنطقة الإنتاج، فإنه يمكن التخطيط لمواعيد الزراعات المتتابعة حسب المواعيد المرغوبة للحصاد.

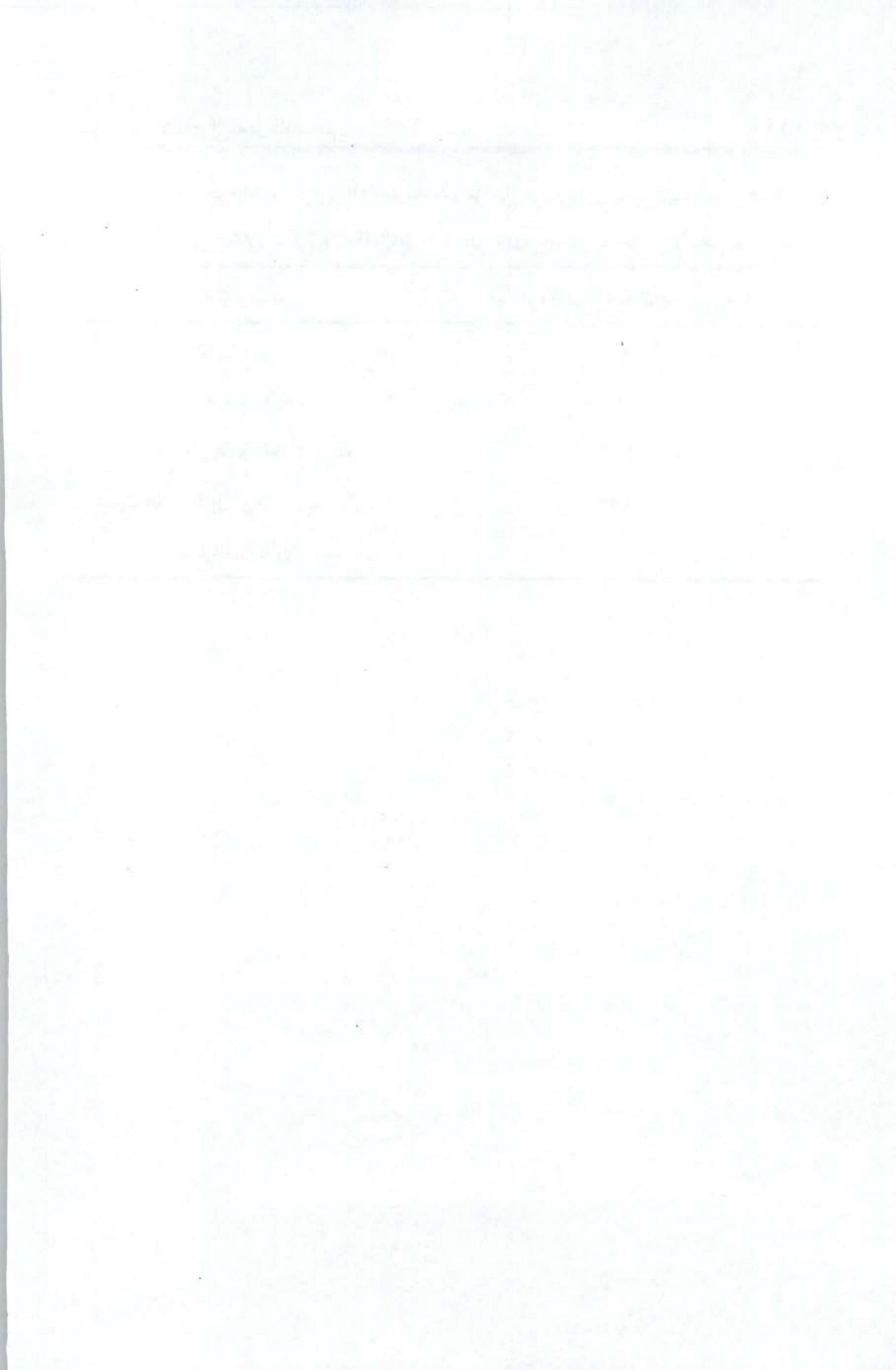
ولقد أمكن على سبيل المثال التعرف على الوحدات الحرارية heat units اللازمة لنمو وتطور نبات الطماطم من الصنف فى إف ١٤٥ — بى — ٧٨٧٩ VF 145-B-7879 من واقع بيانات ٢٤ زراعة من هذا الصنف. وقد لُخِّصت هذه النتائج فى جدول (٥-٢) على اعتبار أن درجة حرارة الأساس هى ٦ °م (Warnock ١٩٧٣، و Sims وآخرون ١٩٧٩، وSims & Scheuerman ١٩٧٩). هذا مع العلم بأن:

١- درجة حرارة الأساس هى أقل درجة حرارة يمكن أن يحدث عندها نمو.

٢- الوحدات الحرارية heat units هى مجموع حاصل طرح حرارة الأساس من متوسط درجة الحرارة اليومى خلال فترة النمو النباتى. فمثلاً.. إذا كانت متوسطات درجات الحرارة اليومية خلال ثلاثة أيام متتالية هى: ١٦، ١٨، ٢٠ °م. فإن الوحدات المتجمعة خلال تلك الفترة تكون (١٦-٦) + (١٨-٦) + (٢٠-٦) = ٣٦ وحدة حرارية.

جدول (٥-٢): الوحدات الحرارية اللازمة لمختلف مراحل نمو، وتطور نبات الطماطم من صنف فى إف ١٤٥- بى- ٧٨٧٩ VF 145-B- 7879 على اعتبار أن درجة حرارة الأساس هى ٦°م.

مرحلة النمو والتطور	عدد الوحدات الحرارية اللازمة من الزراعة
إنبات البذور	٩٣
بداية مرحلة الإزهار	٦١٢
وصول الثمار الأولى لقطر ٢,٥ سم	٩١٣
وصول الثمار الأولى لمرحلة بداية التلون	١٤٢٦
نضج الثمار الأولى	١٥٣٣



الفصل السادس

عمليات الخدمة الزراعية

الترقيـع

الترقيع هو إعادة زراعة الجور الغائبة، وهو يعد من أولى عمليات الخدمة. يجرى الترقيع بشتلات من نفس الصنف المزروع، ويتم ذلك بعد نحو ١٠-١٤ يومًا من الشتل بعد التأكد من موت الشتلات فى الجور المراد ترقيعها. يتم الترقيع فى وجود الماء أثناء الرى، أو يضاف الماء للجور التى أعيدت زراعتها، وذلك إذا كان عددها صغيرًا، ولا يُراد رى كل الحقل فى موعد الترقيع. ويلاحظ كذلك أن التأخير فى الترقيع يتسبب فى حدوث تفاوت كبير فى النمو بين النباتات، وفى مواعيد الإزهار، والإثمار، علمًا بأن عمليات الخدمة الأخرى ترتبط بهذه الأمور.

هذا.. ولا تكون هناك حاجة لإجراء عملية الترقيع إلاّ عندما تزيد نسبة الجور الغائبة عن ١٠٪، كما لا تكون هناك حاجة لإجراء عملية الترقيع فى حالة أصناف التصنيع التى تُزرع بمعدل ٢-٣ نباتات فى كل جورة فى حالة غياب نبات واحد، أو نباتين منها.

العــزق

يجب أن يكون عزق الطماطم سطحيًّا، حتى لا تتضرر الجذور الكثيفة التى تتواجد فى الطبقة السطحية من التربة، كما يجب إجراء العزق بعد زوال الندى فى فترة الضحى، حتى لا يساعد تساقط قطرات الندى على انتشار الأمراض الفطرية والبكتيرية من النباتات المصابة إلى السليمة.

وقد يتم العزق يدويًّا أو آليًّا فى المساحات الكبيرة. ويلزم التخلص من القلاقيل المتكونة أولاً بأول، وإبعادها عن النباتات عند عزق الحقول المعدة للحصاد الآلى، حتى لا تدخل معها فى آلة الحصاد.

تكفى ٣ عزقات عادة: الأولى بعد الشتل بنحو ٣ أسابيع، وتكون عزقة خفيفة، أى: خربشة. وتتركز فائدتها فى التخلص من الأعشاب الضارة، وتنعيم ظهر المصطبة. والثانية بعد ٢-٣ أسابيع من الأولى. والثالثة بعد فترة مماثلة.. وفائدتها تتركز فى التخلص من الحشائش، وتغطية السماد، والترديم على النباتات، وتعديل وضعها؛ فالأسمدة توضع - فى حالة الرى السطحى - فى قناة المصطبة، أو على جانبها بالقرب من النباتات، ويتم أثناء العزق نقل جزء من تراب الريشة (ناحية قناة المصطبة) البطالة (غير المزروعة) إلى الريشة العمّالة (التى توجد فيها النباتات)، وبذلك يزداد بُعْد قاعدة النباتات عن حافة قناة المصطبة بنحو ٢٠ سم بعد كل من العزقتين الثانية والثالثة. ويفيد ذلك فى بقاء النمو الخضرى والثمار على ظهر المصطبة، وإبعادهما عن مياه الرى، فلا تتعرض الثمار للعفن والتلوث بالطين.

ولا تجرى عملية الترديم هذه فى حالة إتباع طريقة الرى بالرش، أو التنقيط إنما يكتفى بالعزق الخفيف (الخربشة) بين خطوط الزراعة.

ويجب تقليل عدد مرات العزق عندما لا تدعو الحاجة إليه، كما يجب إيقافه عندما تغطى النباتات سطح المصطبة.

استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة

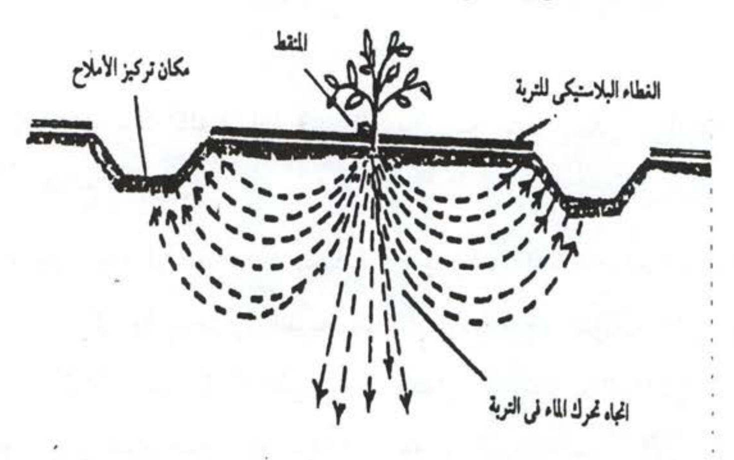
يفيد - كثيرًا - استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة Plastic Soil Mulch فى إنتاج الطماطم، وخاصة عندما يكون الرى بطريقة التنقيط، سواء أكانت النباتات تنمو أرضيًا، أم تربى رأسيًا، وسواء كانت الزراعة مكشوفة، أم تحت الأنفاق المنخفضة.

ويمكن أن تكون الشرائح البلاستيكية المستعملة شفافة، أو سوداء، أو صفراء، أو سوداء من السطح المواجه للتربة، وبيضاء من الوجه الآخر، أو بألوان أخرى. ويتوقف ذلك على الهدف الرئيسى من استعمال الأغطية، والظروف البيئية السائدة خلال موسم الزراعة. وتصنع هذه الشرائح من البوليثيلين.

ومن أهم مميزات استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة فى حقول الطماطم ما يلى:

١- تعمل الأغطية البلاستيكية للتربة على زيادة تجانس الرطوبة الأرضية تحت الغطاء؛ وتوفر الرطوبة للجذور فى الطبقة السطحية للتربة، وتوفر مياه الرى، خاصة فى المناطق الحارة الجافة.

٢- عند ارتفاع ملوحة التربة، أو عند استعمال مياه مالحة نسبيًّا فى الرى، فإن استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة يجعل الأملاح تتحرك نحو حافتى الغطاء، بعيدًا عن جذور النبات، وذلك لأن التبخر يقل كثيرًا تحت الغطاء، وتتجمع الأملاح (حيث يزداد فقد الماء بالتبخر) على جانبى الغطاء (شكل ٦-١).



شكل (٦-١): اتجاه تحرك الأملاح، وأماكن تراكمها عند استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة.

٣- يؤدى استعمال الأغطية البلاستيكية - بأى لون - إلى رفع درجة حرارة التربة تحت الغطاء. ويفيد ذلك فى المناطق الباردة، وفى الزراعات المبكرة فى الربيع. ويكون الارتفاع فى درجة الحرارة أكثر تحت البلاستيك الشفاف عنه تحت البلاستيك الأسود.

٤- تقضى الأغطية البلاستيكية السوداء على الحشائش؛ فلا تنافس المحصول. هذا.. بينما تنمو الحشائش — بقوة — تحت الغطاء البلاستيكى الشفاف إن لم تستعمل مبيدات الحشائش المناسبة فى الحقل قبل تركيب الغطاء.

٥- لا يحدث أى ضرر لجذور النباتات أو نمواتها الخضرية من جراء العزيق؛ حيث لا تكون هناك حاجة إلى إجراء عملية العزيق.

٦- زيادة الاستفادة من الأسمدة المضافة.

٧- المساعدة فى خفض معدلات الإصابة الحشرية والفيروسية.

٨- تفيد أغطية التربة البلاستيكية — كذلك — فى تحسين نوعية الثمار؛ لأنها لا تلامس التربة، وفى زيادة نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية فى الثمار، وتقليل إصابتها بالعفن.

٩- يصاحب ذلك كله زيادة فى كل من المحصول المبكر، والمحصول الكلى، والمحصول الصالح للتسويق.

إن جميع أنواع الأغطية البلاستيكية — باستثناء الأغطية البيضاء والألومنيومية اللون — تؤدى إلى رفع حرارة التربة بدرجات متفاوتة، تتوقف على لون الغطاء. ويتوقف الاختيار المناسب للغطاء على درجة الحرارة السائدة خلال الفترات الحرجة من موسم النمو، وعلى مدى حاجة النباتات المزروعة إلى الزيادة النسبية التى يُحدثها الغطاء فى درجة حرارة التربة، مقارنة بعدم استعمال الغطاء.

يتميز البلاستيك الأسود — وهو أكثر أنواع البلاستيك استعمالاً — بأن درجة حرارته ترتفع بعض الشئ، وينتقل جزء من هذه الحرارة إلى الطبقة السطحية من التربة بالتوصيل. إلا أنه لا يُنفِّذ الحرارة بالإشعاع، وبالتالى تكون درجة حرارة التربة تحت البلاستيك الأسود أقل عما تكون عليه تحت البلاستيك الشفاف.

ويفيد البلاستيك الأسود فى المناطق الحارة، وفى المواسم التى تشتد فيها درجة الحرارة، كما يمنع نمو الحشائش كلية. ويُعاب عليه أنه يسخن ويشع حرارته إلى النباتات؛ مما قد يضر بها فى المناطق شديدة الحرارة؛ لذا.. يوصى فى هذه الحالة باستعمال بلاستيك ذى لونين، يكون أحدهما الأسود من الجهة المقابلة للتربة، وذلك حتى يمنع نمو الحشائش، ويكون الثانى أبيض من الجهة المواجهة للنباتات ليعكس الضوء، فلا ترتفع درجة حرارته.

وبالمقارنة.. فإن البلاستيك الشفاف لا يسخن، ولكنه ينفذ ضوء الشمس؛ ليتحول إلى طاقة حرارية تمتصها التربة؛ مما يرفع حرارتها. ويكون الارتفاع فى حرارة التربة تحت البلاستيك الشفاف أعلى بكثير مما يكون عليه الحال تحت البلاستيك الأسود. ويستمر هذا الفرق بينهما إلى أن يغطى النمو النباتى البلاستيك.

أما البلاستيك الأبيض والألومنيومى اللون فإنهما يعكسان الضوء الساقط عليهما؛ فلا ترتفع حرارتهما، كما تنخفض – غالبًا – حرارة التربة تحتهما، مقارنة بالتربة غير المغطاة بالبلاستيك.

وفى المقابل.. تكون درجة حرارة الهواء القريب من سطح التربة أعلى ليلاً فى الأرض المكشوفة، عما فى الأرض المغطاة بالبلاستيك، وذلك لأن البلاستيك يقلل تسرب الحرارة بالإشعاع من التربة ليلاً. ولا تكون لهذا الأمر أهمية إلا عندما تكون درجة حرارة الهواء ليلاً عند الصفر المئوى، أو أقل من ذلك بدرجة أو درجتين، ففى هذه الحالة يؤدى إشعاع الحرارة التى اكتسبتها التربة – أثناء النهار – إلى رفع درجة الحرارة قليلاً حول النبات، مما قد يحميها من الإصابة بالصقيع، بينما لا تتوفر هذه الحماية فى حالة استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة (Geinsberg & Stewart ١٩٨٦).

ويستدل من دراسات Wien & Minotti (١٩٨٧) فى هذا الشأن أن الغطاء البلاستيكى للتربة أدى إلى زيادة الأفرع القاعدية لنباتات الطماطم، وزيادة التبكير فى

التزهير على هذه الأفرع، وزيادة النمو النباتى الكلى عند الحصاد، وزيادة المحصول الكلى بنسبة ١٣٪ و٧٩٪ فى موسمى الزراعة اللذين شملتهما الدراسة.

وقد صاحب استعمال الغطاء البلاستيكى للتربة زيادة فى محتوى النباتات من كل من الفوسفور، والبوتاسيوم، والكالسيوم، والنيتروجين النتراتى (Wien & Minotti ١٩٨٨)، وكانت الزيادة فى الفوسفور بصورة منتظمة وثابتة. وقد توصل Wien وآخرون (١٩٩٣) إلى أن الزيادة التى تحدث فى النمو الخضرى عند استعمال الغطاء البلاستيكى للتربة مردها إلى تحفيز الغطاء البلاستيكى لكل من النمو الجذرى للنبات وامتصاصه للعناصر.

وفى دراسة أخرى.. وجد Grubinger وآخرون (١٩٩٣) أن الزيادة فى محصول الطماطم عند استعمال الغطاء البلاستيكى للتربة كانت مصاحبة بزيادة فى محتوى النموات الخضرية من عنصر الفوسفور، ولكن الزيادة فى المحصول استمرت مع استعمال الغطاء، حتى حينما كان تركيز الفوسفور ٠,٤٪ بعد ثلاثة أسابيع من الشتل فى المعاملات التى لم يستعمل فيها الغطاء؛ مما يدل على أن للغطاء البلاستيكى تأثيرات أخرى إلى جانب تحسين امتصاص النباتات لعنصر الفوسفور.

وفى دراسات مختلفة.. تراوحت الزيادة فى محصول الطماطم نتيجة لاستعمال الأغطية البلاستيكية السوداء للتربة بين ١٦٪، و٩٥٪، وكانت الاستجابة الأكبر لاستعمال الغطاء فى الزراعات المبكرة — التى ساد فيها الجو حرارة منخفضة — عما كانت فى موعد الزراعة المناسب.

ويستدل من دراسات Shrivastava وآخرين (١٩٩٤) أن استعمال غطاء التربة البلاستيكى مع الرى بالتنقيط أدى إلى زيادة محصول الطماطم بمقدار ٥٣٪، مع توفير مياه الرى بنسبة ٤٤٪، وتقليل نمو الحشائش بنسبة ٩٥٪، مقارنة بعدم استعمال غطاء للتربة مع الرى بالغمر.

وأوضحت الدراسات أن البوليثيلين الشفاف يحفز النمو الجذرى بعد فترة قصيرة من الشتل، كما يؤدى الغطاء إلى زيادة عدد الأفرع الخضرية، وتبكير الإزهار، وتركيز العناصر الغذائية فى النموات الخضرية.

وقد تباينت نتائج الدراسات التى استخدمت فيها ألوان مختلفة من الأغطية البلاستيكية للتربة، ووجد فى إحداها (Decoteau وآخرون ١٩٨٩) أن استعمال الغطاء البلاستيكى الأحمر أعطى أعلى محصول مبكر، وأعلى محصول من الثمار الصالحة للتسويق، وجاء بعده مباشرة البلاستيك الأسود، وكان المحصول الناتج من المعاملتين أعلى بكثير مما فى حال البلاستيك الأبيض أو البلاستيك الفضى اللون. وكان للون الغطاء تأثير على كل من حرارة التربة، وعلى انعكاس مختلف الموجات الضوئية منها؛ مما أثر على شدة الإضاءة حول النباتات، وكذلك نسبة الأشعة الحمراء إلى الأشعة تحت الحمراء.

هذا.. وتلعب الأغطية البلاستيكية للتربة دورًا فعّالاً فى خفض معدلات الإصابات الحشرية؛ وبذا.. فهى تخفض - كذلك - معدلات الإصابة بالفيروسات التى تنقلها تلك الحشرات إلى الطماطم. ويحدث هذا التأثير إما من خلال إرباك الحشرة بسبب ما يعكسه الغطاء من ضوء، وإما بسبب جذب الغطاء للحشرة - بسبب لونه المميز لها - ثم موتها بفعل ملامستها للغطاء الساخن.

ومما يزيد من أهمية الأغطية البلاستيكية العاكسة للضوء فى خفض معدلات الإصابة بالفيروسات التى ينقلها المن أن مكافحة المن الناقل للفيروسات بالمبيدات نادرًا ما يمنع الإصابة بالفيروسات غير المتبقية nonpersistent، التى تكتسبها الحشرة بمجرد التغذية على نبات مصاب بالفيرس وتكون قادرة على نقله إلى نبات سليم على التو، وبمجرد تغذيتها عليه؛ لأنها تنتقل للتغذية على النباتات السليمة وتنقل الفيرس إليها قبل موتها. هذا.. إلا أن استعمال أغطية التربة العاكسة للضوء يفيد فى خفض معدلات الإصابة بتلك الفيروسات.

ويستدل من دراسات Csizinszky وآخرين (١٩٩٥) أن أعداد حشرة المن التى تم اصطيادها من على نباتات الطماطم كانت أقل ما يمكن عندما استعمل البلاستيك الألومنيومى اللون والأصفر، وأعلى ما يمكن عندما استعمل البلاستيك الأزرق، كما وجدت أقل أعداد من التربس عندما استعمل البلاستيك الألومنيومى اللون، وأقل أعداد من الذبابة البيضاء عندما استعمل البلاستيك الأصفر. وكان نقص أعداد الذبابة البيضاء مصاحبًا بتأخير فى ظهور أعراض الإصابة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم — الذى تنقله الذبابة البيضاء — وزيادة المحصول.

ويفيد استعمال البلاستيك الأصفر فى تأخير وخفض شدة الإصابة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم، لأن الذبابة تنجذب نحو اللون الأصفر، فتموت عند ملامستها للغشاء البلاستيكى الساخن. ويمكن أن يدوم هذا التأثير لمدة ١٠–١٢ يومًا بعد الشتل، أو لمدة ٣٠ يومًا بعد الزراعة بالبذور مباشرة، كما يعمل البلاستيك الأصفر على زيادة فاعلية المبيدات المستخدمة فى مكافحة الذبابة البيضاء (عن Cohen & Melamed Madjar ١٩٧٨).

هذا.. ويفضل أن يتراوح سمك البلاستيك المستخدم فى تغطية التربة من ٤٠–٥٠ ميكرونًا، وتستعمل للطماطم شرائح بعرض ١٢٠ سم، ويلزم عادة نحو ٢٥٠ كجم من البلاستيك للفدان.

يتعين إعداد الحقل بصورة جيدة، وإضافة الأسمدة اللازمة قبل تركيب البلاستيك. وفى حالة الرى بالتنقيط لابد وأن تُمد أنابيب الرى أولاً، ثم يوضع فوقها البلاستيك، بحيث يمر خرطوم الرى طوليًا فى منتصف الشريحة. ويركب البلاستيك إما يدويًا، وإما بآلة تثبت خلف جرار، وتقوم بفتح خندقين صغيرين على جانبى شريحة البلاستيك، وتوضع فيهما حافتا الشريحة، ثم يغطى عليها بالتراب لمسافة تتراوح من ١٥–٢٠ سم من كل جانب.

ويلى تثبيت البلاستيك عمل ثقوب بقطر ٧-٨ سم للزراعة، يفضل زيادتها إلى ١٠-١٢ سم فى الجو الشديد الحرارة. ويحسن فى هذه الحالة عمل الثقوب قبل الزراعة بيوم أو يومين، لكى تسمح بتسريب الهواء الساخن الذى يتجمع تحت الغطاء. تستعمل هذه الفتحات في الشتل، أو فى زراعة البذور مباشرة من خلالها.

ولمزيد من التفاصيل حول استخدام الأغطية البلاستيكية للتربة، وكذلك استعمال أغطية من النباتات النامية living mulches.. يُراجع حسن (٢٠١٥).

كذلك أفاد تكرار التعقيم البيولوجى للتربة soil biosolarization فى مكافحة كل من الفطر *Pyrenochaeta lycopersici* — مسبب مرض الجذر الفلينى — والحشائش بصورة أفضل وأكثر انتظامًا من كلٍ من معاملتى التشميس soil solarziation والتعقيم بالميتام صوديوم. وقد أدت معاملة التعقيم البيولوجى للتربة فى رفع حرارتها لدرجة أعلى عما حدث فى معاملة التشميس (٤٣,٠-٤٤,٧°م مقارنة بـ ٤١,٤-٤٣,٣°م — على التوالى — على عمق ١٠ سم)، وفى زيادة المحصول بنسبة تراوحت بين ١٢٪، و٢٢٪ (Diaz – Hernández وآخرون ٢٠١٧).

مكافحة الحشائش والنيماتودا بالتعقيم اللاهوائى

يُفيد تعقيم التربة باستخدام مخلوط من مخلفات الدواجن المكمورة composted poultry litter (بمعدل ٢٢ طن للهكتار، أو حوالى ٩,٢ طن للفدان) والمولاس فى التخلص من الحشائش ونيماتودا تعقد الجذور مع المحافظة على محصول الطماطم أو حتى تحسينه وتحسين نوعية الثمار. أحدثت هذه المعاملة ظروفًا لا هوائية كانت هى المسئولة عن عملية التعقيم (De Gioia وآخرون ٢٠١٦).

مكافحة الحشائش بالمبيدات

تتعدد كثيرًا توصيات مبيدات الحشائش التى يمكن استعمالها فى إنتاج الطماطم، وتتباين حسبما إذا كانت زراعة الطماطم بالشتل، أم بالبذور مباشرة فى الحقل الدائم، ويمكن الرجوع إلى تفاصيل ذلك فى حسن (١٩٩٨).

ومن الأمثلة التجارية لمبيدات الحشائش الموصى بها، ما يلى:

المبيد	الأمثلة
باركوات Paraquat	أورثوباركوات Ortho Paraquat
جلايفوسيت Glyphosate	روند أب Roundup
بيبوليت Pepulate	تِلاَّم Tillam
نابروباميد Napropamide	دفرينول Devrinol
دايفناميد Diphenamid	إينيد Enide، ودايميد Dymid
بنزيوليد Bensulide	بريفار Prefar
متريوبيوزين Metruibuzin	سنكور Sencor، ولوكسون Loxone
ترفلورالين Trifluralin	ترفلان Treflan
كلورامبين Chloramben	أمبيين Amiben
كلوربروفام Chlorpropham	فرلون Furlone
دى سى بى أى DCPA	داكثال Dacthal
ميتولاكلور Metolachlor	دُوال Dual
إى بى تى سى EPTC	إبتام Eptam
فلوازيفوب –بيوتيل Fluazifop-butyl	فيوزيليد Fusilade

ويوصى بمكافحة الحشائش الحولية بالمعاملة بالمبيدات إما قبل الشتل باستخدام مبيد ستومب بمعدل ١,٧ لتر فى ٢٠٠ لتر ماء، وإما بعد الشتل بمدة ١٥–٢٠ يوم باستعمال مبيد سنكور بمعدل ٣٠٠ جم فى ٢٠٠ لتر ماء (مركز البحوث الزراعية ٢٠١٣).

هذا.. ويضر مبيد الحشائش الذى يشيع استخدامه – الجلايفوسيت glyphosate – كثيرًا بنباتات الطماطم حتى ولو وصل إليها مع الهواء – من معاملات لحقول مجاورة – بمعدلات منخفضة تتراوح بين ٠,٢، و ٤٢ جم للفدان. وقد ازدادت الأضرار بزيادة معدل التلوث بالمبيد، والتى ظهرت على النموات الخضرية، وفى صورة انخفاض فى أعداد الأزهار

والثمار بالنبات، وازدادت حدة تلك الأعراض — خاصة — عندما وصل رذاذ المبيد للحقل قبل تفتح أزهار العنقود الأول مباشرة أو أثناء تفتحها. وقد استمر تساقط أزهار النباتات — التى عوملت بمعدل ٢٥–٤٢ جم للفدان — لعدة أسابيع بعد المعاملة (Girleath وآخرون ٢٠٠١).

التعفير بالكبريت (الكبرتة)

لعملية تعفير النموات الخضرية بالكبريت (عملية الكبرتة) أهميتها فى الوقاية من عديد من الأمراض والآفات، وفى تبكير تفتح الثمار، وانتظام تلوينها، فضلاً عن كونه عنصر مغذٍ للنباتات. كما أن التعفير بطبقة رقيقة من الكبريت على سطح المصاطب قبل افتراش النباتات لها يفيد فى وقاية عروش النباتات الملامسة لها من الإصابة بعديد من الأمراض ووقاية الثمار من الإصابة بالأعفان. وفى فصل الشتاء يُفيد التعفير فى وقاية النباتات — إلى حد ما — من أضرار البرودة.

يكون التعفير بعد نحو ٢٥ يومًا من الشتل، ويستمر كل حوالى ١٠ أيام حتى بداية الحصاد، وذلك بمعدل ١٠–١٥ كجم للفدان كل مرة، تزيد إلى ٢٥ كجم فى حالة الهجن قوية النمو، وذلك باستخدام عفارة أو عدد من طبقات الشاش، مع تجنب استخدام الخيش لهذا الغرض.

يجب أن تمر فترة يومين على الأقل بعد أى عملية رش للنموات الخضرية قبل التعفير بالكبريت. ويُعاد التعفير بعد هطول المطر. ولا يجب إجراء عملية التعفير عند الارتفاع الشديد لدرجة الحرارة فى شهرى يوليو وأغسطس، وخاصة إذا وُجدت بالنباتات ثمارًا فى بداية طور النضج (مركز البحوث الزراعية ٢٠١٣).

التقليم والحد من النمو الطولى

سبقت مناقشة كيفية إزالة النموات الجانبية للنباتات المرباة رأسيًا، وهى العملية التى تعرف باسم "السرطنة"، والتى تعتبر إحدى صورة التقليم، كما يجرى التقليم على نباتات الحقول المزروعة بالبذور مباشرة، والمعدة للحصاد الآلى. ولكنه تقليم من نوع آخر يسمى clipping وقد يكون طرفيًا أو جانبيًا.

١- التقليم الطرفى Topping :

يجرى التقليم الطرفى عندما تحدث أضرار من جراء التعرض لدرجات الحرارة المنخفضة، أو عندما يكون النمو غير متجانس، حيث تقلم النباتات عند ارتفاع ٨-١٠ سم، ثم يروى الحقل بعد ذلك مباشرة لتشجيع النمو السريع. ويجب إجراء هذه العملية قبل ظهور العنقود الزهرى الأول، لأن تأخيرها عن ذلك يقلل المحصول بشدة. ويؤدى التقليم القمى إلى تأخير الحصاد بنحو ٧-١٤ يومًا حسب العمر الفسيولوجى للنباتات وقت تقليمها.

٢- التقليم الجانبى Side Trimming :

تقلم النموات المتأخرة لمنع النباتات من الانتشار الجانبى، والنمو فى قنوات الرى، وبذلك يمكن تسهيل انسياب الماء فى القنوات، وتقليل عفن الثمار، وزيادة كفاءة عملية الحصاد الآلى. وتتم عمليتا التقليم باستعمال آلات خاصة لهذا الغرض.

وقد أدت معاملة شتلات الطماطم باليونى كونازول uniconazole بتركيز ٢,٥ جزء فى المليون إلى تقليل النمو النباتى بمقدار ١٧٪، واستمر تأثير المعاملة لمدة ١٣ يومًا. كما أدت معاملة النباتات بتركيزات ٥، و٨، و١٠ أجزاء فى المليون من اليونى كونازول إلى تقليل ارتفاع النباتات دون التأثير على محصول الثمار، سواء أكانت النباتات محدودة، أم غير محدودة النمو (Villavicencio وآخرون ٢٠١٥).

الـــرى

يختلف النظام المتبع فى رى حقول الطماطم حسب طبيعة التربة، والظروف الجوية، والصنف المزروع؛ فمن البديهى أن الفترة بين الريات تقل كثيرًا فى الأراضى الرملية والخفيفة، عما فى الأراضى الثقيلة، كما يزداد عدد مرات الرى فى الجو الحار الجاف عنه فى الجو المعدل، أو البارد الرطب. وكقاعدة عامة.. يفضل الرى الخفيف على فترات متقاربة فى الجو الحار وفى الأراضى الخفيفة، بينما يفضل الرى الغزير

على فترات متباعدة فى الجو المعتدل، والبارد، وفى الأراضى الثقيلة؛ لذا.. يفضل إتباع نظام الرى بالتنقيط فى الأراضى الرملية، ونظام الرى السطحى فى الأراضى الطينية بأنواعها، كما يختلف نظام الرى بصورة جوهرية فى الأصناف التقليدية ذات النمو الخضرى الممتد، والتى تستمر فى إزهارها وإثمارها لفترة طويلة، عنه فى الأصناف الحديثة ذات النمو الخضرى المندمج Compact، والتى تعطى معظم أزهارها وثمارها خلال فترة زمنية قصيرة.

وكقاعدة عامة.. يفضل رى حقول الطماطم — أيًا كانت طبيعة التربة — كلما استنفدت نحو ٥٠٪ من الرطوبة التى يمكن للنباتات امتصاصها فى منطقة نمو الجذور، مع جعل كمية ماء الرى كافية لتوصيل الرطوبة إلى السعة الحقلية فى كل هذه المنطقة.

إلا أنه يجب عدم الإفراط فى الرى؛ لأن لذلك عدة مساوئ، هى:

١- نقص تهوية التربة، واختناق الجذور، وضعف نمو النباتات، واصفرار لونها، ونقص المحصول.

٢- زيادة شدة الإصابة بأمراض أعفان الجذور.

٣- فقد معظم الأسمدة بالرشح.

٤- تأخير النضج، ونقص نسبة الثمار ذات اللون الجيد، ونقص محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة، وزيادة تعرضها للإصابة بالتشققات.

وفى المقابل.. فإن توفير الرطوبة الأرضية للنباتات بصورة دائمة — دونما إفراط — يؤدى إلى تكوين نمو خضرى قوى قبل الإزهار؛ الأمر الذى يُسهم فى زيادة أعداد الأزهار التى يحملها النبات، خاصة فى الأصناف الحديثة ذات النمو الخضرى المندمج التى تعطى معظم أزهارها مرة واحدة بعد نحو شهر ونصف الشهر من الشتل. ويفيد النمو الخضرى القوى قبل الإزهار — فى هذه الأصناف — فى استكمال النمو الطبيعى للثمار العاقدة عليها، وقد تزيد قليلاً فى الحجم عن حجمها الطبيعى، عند استمرار انتظام توفر الرطوبة الأرضية.

أمّا عدم الانتظام فى الرى فإنه يزيد من الإصابة بتشققات الثمار، ويؤدى إلى نقص المحصول بسبب توقف النمو خلال الفترات التى يحدث فيها نقص فى الرطوبة الأرضية.

وأخيرًا .. فإن النقص الدائم للرطوبة الأرضية.. يضعف النمو الخضرى، والإزهار، والإثمار، وتكون الثمار العاقدة صغيرة الحجم، تزيد فيها الإصابة بتعفن الطرف الزهرى. وفى المقابل يؤدى نقص الرطوبة الأرضية إلى التبكير فى النضج، وتحسين تلوين الثمار، وزيادة محتواها من المواد الصلبة الذائبة. وقد اقتُرح – بناء على نتائج دراسات أجريت فى كاليفورنيا – تقليل مياه الرى بغرض زيادة نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية فى طماطم التصنيع.

هذا .. ويؤدى الشدّ الرطوبى إلى ضعف استطالة الساق وضعف اتساع الخلايا فى ساق الطماطم، ويُعتقد أن ذلك التأثير لنقص الرطوبة الأرضية يُنَّظم من خلال حدوث تغيرات فى أيض حامض الجبريلك (Litvin وآخرون ٢٠١٦).

وقد درس Wright وآخرون (١٩٦٢) تأثير الرطوبة الأرضية على كمية ونوعية محصول الطماطم الخاص بالتصنيع، ووجدوا أن الرى الزائد أدى إلى نقص المحصول، ونسبة الثمار ذات اللون الجيد، ونسبة المواد الصلبة الذائبة، وتأخير النضج، بينما أدى الجفاف الشديد إلى زيادة نسبة المواد الصلبة الذائبة، ونسبة الثمار ذات اللون الجيد، وإسراع النضج، إلا أن ذلك أدى إلى نقص المحصول أيضًا. وتبين هذه الدراسة أهمية الاعتدال فى رى الطماطم.

هذا.. ويختلف تأثير نقص الرطوبة الأرضية باختلاف مرحلة النمو النباتى التى يحدث عندها الشدّ الرطوبى؛ فيؤدى حدوثه فى مرحلة النمو الخضرى إلى ضعف النمو، ويؤدى نقص الرطوبة الأرضية أثناء مرحلة الإزهار إلى انخفاض نسبة عقد الثمار، بينما يؤدى الشد الرطوبى خلال مرحلة الإثمار إلى نقص المحصول (Rao & Padma ١٩٩١).

وعمومًا .. فإن محصول الطماطم ينخفض تدريجيًا بتقليل عدد الريات — ومن ثم تقليل كمية مياه الرى المضافة — أو بزيادة الشدّ الرطوبى الذى يجرى عنده الرى. ووجد Adams (١٩٩٠) أن النقص فى المحصول الذى لوحظ عند نقص الرطوبة الأرضية كان مرده — أساسًا — إلى نقص فى حجم الثمار وليس فى عددها. ولكن ذلك كان مُصاحبًا بزيادة فى محتوى الثمار من المادة الجافة، والسكريات، والأحماض، والبوتاسيوم.

وقد حصل Perniola وآخرون (١٩٩٤) على أعلى محصول من الطماطم فى ثلاثة من أصناف الاستهلاك الطازج عندما تم تعويض كل الماء المفقود بالتبخر السطحى والنتح evapotranspiration — معًا — بالرى، إلا أن تعويض ٥٠٪ فقط من الماء المفقود، بالتبخر السطحى والنتح كان مصاحبًا بأعلى كفاءة استخدام لمياه الرى. وتبعًا لـ Rodriguez وآخرين (١٩٩٤).. حُصِلَ على أفضل نوعية من ثمار طماطم التصنيع (أعلى نسبة من المواد الصلبة الذائبة الكلية، والصلابة، والحموضة المعايرة، والسكريات المختزلة) عندما تم تعويض ٥٠٪ فقط من الماء المفقود بالتبخر السطحى والنتج بالرى، مقارنة بالتعويض بنسبة ٩٠٪ أو ١٣٠٪.

وعندما كان الرى بطريقة التنقيط .. وجد Sanders وآخرون (١٩٨٩) أن زيادة معدلات الرى أدت إلى زيادة المحصول، وإلى نقص كل من المواد الصلبة الذائبة والمواد الصلبة الكلية، بينما انخفض الـ pH (وهو أمر مرغوب فيه فى طماطم التصنيع)، وتحسّن كل من لون الثمار، وحجمها، وحموضتها المعايرة، وازداد محصول المواد الصلبة الذائبة والمواد الصلبة الكلية/هكتار. وقد تساوى الرى بالتنقيط عندما أجرى كلما استُنفِد ٧٠٪ من الماء المفقود بالتبخر السطحى والنتح — مع إيقافه قبل الحصاد بسبعة أيام — تساوى مع الرى بالغمر. هذا مع العلم بأن كفاءة استخدام مياه الرى بالتنقيط لم تختلف معنويًا بين معاملات الرى التى اختبرت فى هذه الدراسة، والتى كانت كلما استنفد ٣٥٪، أو ٧٠٪، أو ١٠٥٪ من الماء المفقود بالتبخر السطحى والنتح.

وبناء على ما تقدم بيانه، فإنه يتعين تنظيم رى حقول الطماطم بحيث ينخفض محتوى التربة من الرطوبة إلى ٧٠٪-٨٠٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية قبل الرية التالية، علمًا بأن أى انخفاض فى الرطوبة الأرضية عن تلك الحدود يترتب عليه نقص فى النمو النباتى والمحصول، وقد تُصاب الثمار بتعفن الطرف الزهرى. ولكن مع بدء نضج أولى الثمار بالنبات يتعين خفض معدل الرى عن تلك الحدود؛ لأن النباتات لا تكون فى حاجة إلى معدلات الرى العالية من جهة، ولكى لا ينخفض محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية من جهة أخرى. وتجب دائمًا الموازنة بين محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة واحتمالات نقص المحصول إذا انخفض معدل الرى عما ينبغى.

يجب أن يتم هذا التنظيم لخفض معدلات الرى عندما تكون غالبية الثمار مازالت خضراء مكتملة التكوين؛ لأن الثمار فى هذا الطور تكون أكثر استجابة لخفض معدل الرى. أما الثمار التى تكون قد وصلت إلى ٣٠٪ تلوين فإن محتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية لا يتأثر بمعدلات الرى.

ونظرًا لأن نضج الثمار يبدأ — عادة — قبل حصاد معظم الحقل بنحو ٦ أسابيع؛ لذا.. يوصى ببدء خفض معدلات الرى قبل الموعد المتوقع للحصاد بنحو شهر، وربما قبل ذلك قليلاً فى الأراضى السوداء.

وبينما لا يتأثر محتوى الثمار الملونة من المواد الصلبة الذائبة بخفض معدل الرى، فإنه يتعين الاهتمام بمعدل الرى حتى الحصاد (الآلى) للمحافظة على الغطاء النباتى، وعلى سطح التربة جافًا حتى لا تتعفن الثمار التى تلامسه، وأن تكون رطوبة التربة عند الحصاد عند ٥٠٪ من السعة الحقلية حتى لا يحدث انضغاط للتربة عند مرور الآليات عليها (Hartz & Hanson ٢٠٠٠).

ويُراعى عند إنتاج طماطم التصنيع التى تُحصد آليًا وقف الرى قبل الحصاد بنحو ٢-٤ أسابيع حسب طبيعة التربة والظروف الجوية؛ بهدف زيادة محتوى الثمار من

المواد الصلبة الذائبة، ولتسهيل عملية الحصاد، ولتقليل انضغاط التربة عند مرور آلات الحصاد عليها (Hartz & Miyao ١٩٩٧، وHartz وآخرون ٢٠٠٦).

ولكن إلى جانب تلك التأثيرات الإيجابية لوقف الرى قبل الحصاد بفترة، فإن تلك المعاملة تؤدى — كذلك — إلى نقص محصول الثمار الحمراء عند الحصاد، ويتوقف مدى النقص فى المحصول– وكذلك مدى الزيادة فى محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة — على مدى التبكير فى وقف الرى، علمًا بأن تلك التأثيرات تتباين باختلاف الأصناف (Lowengart - Aycicegi وآخرون ١٩٩٩).

وتبعًا لـ May & Gonzales (١٩٩٧) فإن خفض معدل الرى إلى ٧٥٪ من النتح التبخرى للمحصول ($75\%\ ET_c$) ابتداء من قبل الحصاد بستين يومًا فى تربة صفراء طميية أحدث زيادة معنوية فى محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة، مع حدوث أقل نقص فى المحصول، وذلك مقارنة بخفض معدل الرى إلى ٥٠٪ أو ٢٥٪ من النتح التبخرى ابتداء من قبل الحصاد بستين يومًا. أما خفض معدل الرى ابتداء من قبل الحصاد بأربعين يومًا فلم يكن مؤثرًا. وعلى الرغم من أن الخفض الشديد لمعدلات الرى عن ٧٥٪ أدى إلى زيادة محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية إلى ٦٪، فإنه أحدث — كذلك — نقصًا فى المحصول وصل إلى ١٢ طنًا للفدان. وما لم تكن المحاسبة لسعر توريد المحصول للمصانع على أساس نسبة المواد الصلبة الذائبة، فإنه من الأفضل للمزارع إعطاء الطماطم احتياجاتها الكاملة من ماء الرى حتى قبل الحصاد بعشرة أيام فقط.

وجدير بالذكر أن الرى فى الصباح الباكر يؤدى إلى زيادة المحصول الكلى والمحصول الصالح للتسويق ومتوسط وزن الثمرة، مقارنة بالرى بعد الظهر (Hanna وآخرون ١٩٩٦).

وفى دراسة أخرى وجد أن خفض معدلات الرى — إلى مستوى تعويض ٥٠٪ فقط من النتح التبخرى لم يؤثر — جوهريًا — على المحصول أو الكتلة البيولوجية الكلية فى

الطماطم، بينما أدى ذلك إلى التوفير في ماء الرى، وزيادة كفاءة استخدامه، وتقليل أعفان الثمار، والمحافظة على جودتها عالية بزيادة محتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية (Patane وآخرون ٢٠١١).

كذلك وجد أن خفض معدل الرى إلى ٥٠٪ من النتح التبخرى أدى إلى زيادة محتوى ثمار الطماطم من الأحماض العضوية والنشاط المضاد للأكسدة عما فى معاملة الرى الكافى. وأحدثت المعاملة بالكاولين تأثيرًا أكبر على كفاءة استخدام الماء عن معاملات معدل الرى (Djurovic وآخرون ٢٠١٦).

نظام الرى فى الأراضى الثقيلة

أولاً: الأصناف التقليدية

فى الأراضى الثقيلة – التى يتبع فيها غالبًا نظام الرى بالغمر – تروى الأصناف التقليدية من الطماطم مرة بعد الشتل بنحو ٢–٧ أيام حسب درجة الحرارة السائدة، وتسمى هذه الريّة باسم رية "التجرية"، وتكون خفيفة، تهدف إلى تسهيل امتصاص الشتلات للماء قبل أن تتكون جذورها الجديدة. وتكون الرية التالية عند إجراء عملية الترقيع، ثم يترك الحقل دون رى لفترة تصل إلى ٢–٣ أسابيع حسب درجة الحرارة السائدة، ويطلق على هذه الفترة اسم فترة "التصويم"، والتى تهدف إلى تشجيع النباتات على تكوين مجموع جذرى متعمق فى التربة. وتروى النباتات بعد ذلك كل ١٠–٢٠ يومًا حسب درجة الحرارة السائدة، حيث تقصر الفترة فى الجو الحار.

ثانيًا: الأصناف الحديثة ذات النمو الخضرى المندمج

تعطى الأصناف الحديثة ذات النمو الخضرى المندمج – مثل كاسل روك، وبيتو ٨٦ – معظم أزهارها وثمارها خلال فترة زمنية وجيزة؛ لذا.. فإنها لا تعامل بمعاملة التصويم، ولا تتأخر معها الفترة بين الريات عند إتباع طريقة الرى بالغمر عن ٦–٧ أيام فى الجو الحار فى الأراضى الثقيلة، لأن هذه الأصناف تُعطى معظم أزهارها بعد نحو

شهر من الشتل. ويؤدى نقص الرطوبة الأرضية خلال تلك الفترة إلى ضعف النمو الخضرى قبل الإزهار؛ مما يؤدى إلى نقص عدد الأزهار والثمار، ونقص المحصول. كما يجب أن يكون ريها بطيئًا؛ حتى تتشبع التربة جيدًا بالماء، وأن تتم الرية التالية قبل أن تجف التربة أو تتشقق الطبقة السطحية، كذلك يجب إيقاف الرى قبل الحصاد بفترة يتوقف طولها على طريقة الحصاد، ودرجة الحرارة السائدة، ففى حالة الحصاد الآلى مثلاً لا بد من إيقاف الرى قبل الحصاد بنحو ٢٠-٤٠ يومًا فى الجو المعتدل، حيث تكون الجذور متعمقة كثيرًا فى التربة. أما فى حالة إجراء الحصاد يدويًّا، فيتم قطف هذه الأصناف من ٢-٤ مرات عادة، ويلزم إيقاف الرى قبل الموعد المتوقع للقطفة الأخيرة بالفترة المشار إليها آنفًا.

ويستدل من دراسات May & Gonzalez (١٩٩٤) فى هذا الشأن أن إيقاف الرى قبل الحصاد بستين يومًا أحدث نقصًا معنويًّا فى كل من المحصول الكلى ومحتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة، مقارنة بإيقاف الرى قبل الحصاد بـ ٢٠ أو ٤٠ يومًا.

نظام الرى فى الأراضى الرملية

يعتبر الرى بالتنقيط أنسب نظام لرى الطماطم فى الأراضى الرملية، ولكن يمكن رى الطماطم أيضًا بطريقة الغمر متى توفرت مياه الرى، وكان الرى بهذه الطريقة اقتصاديًّا ومسموحًا به. كذلك يمكن اتباع نظام الرى بالرش مع الطماطم، ولكن يعيبه زيادته لاحتمالات الإصابة بالأمراض الفطرية والبكتيرية وبتشققات الثمار، علمًا بأن هذه العيوب تقل كثيرًا أو تنعدم فى المناطق والمواسم التى تنخفض فيها الرطوبة النسبية. ويستدل من الملاحظة والدراسات المنشورة (Sanders وآخرون ١٩٨٩) أن محصول الطماطم يكون أعلى عندما يكون الرى بالتنقيط منه فى أى من طريقتى الرى بالغمر، أو بالرش.

ويحتاج تنظيم رى حقول الطماطم إلى مراقبة دقيقة للحقل، ومرحلة النمو النباتى، والظروف البيئية السائدة.

ومن القواعد العامة التى يمكن الاسترشاد بها فى هذا الشأن ما يلى:

١- فى حالة اتباع نظام الرى بالغمر:

يجرى الشتل فى وجود الماء، ويعاد الرى بعد يوم، ويومين فى الجو الحار، وبعد يومين، وأربعة أيام فى الجو المعتدل والبارد، أما بعد ذلك فيتراوح معدل الرى من مرتين أو ثلاث مرات أسبوعيًّا فى الجو الحار صيفًا إلى مرة واحدة أسبوعيًّا فى الجو البارد شتاء.

٢- فى حالة اتباع نظام الرى بالرش:

يجرى الشتل فى وجود رطوبة مناسبة بالتربة، ويُعاد الرى بعد الشتل مباشرة، وفى اليوم التالى، ثم كل يومين فى الجو الحار صيفًا إلى مرة كل ٥-٧ أيام فى الجو البارد شتاء.

٣- فى حالة اتباع نظام الرى بالتنقيط:

يتم تشغيل شبكة الرى قبل الشتل، وأثناءه، وبعده، ثم يروى الحقل مرتين (صباحًا ومساء) فى اليوم التالى للشتل. أما بعد ذلك .. فيتراوح معدل الرى من مرة أو مرتين يوميًا فى الجو الحار إلى مرة كل يومين فى الجو البارد. ويفضل أن تكون الرية الرئيسية — التى تضاف معها الأسمدة — فى الصباح الباكر، بينما تعطى الرية الثانية فى المساء.

يتراوح معدل الرى عادة من ٢٠-٢٥م^{٣} يوميًا فى الجو الحار، إلى نحو نصف هذه الكمية فى الجو البارد. ويعطى الحد الأدنى لكمية ماء الرى فى وجود الأغطية البلاستيكية للتربة، وعند الزراعة تحت الأنفاق المنخفضة. ويفضل أن يكون توزيع مياه الرى بين ريتى الصباح والمساء بنسبة ٢-٢,٥ : ١ على التوالى، على ألا تزيد مدة رية الصباح على ساعة ونصف الساعة؛ حتى لا تغسل الأسمدة المضافة بعيدًا عن منطقة نمو الجذور.

ويستدل من عديد من الدراسات التى أجريت على رى الطماطم زيادة المحصول بنسبة عالية عند إجراء الرى بطريقة التنقيط: وقد تراوحت هذه الزيادة بين ٢٢٪ و٧٠٪، (Bogle وآخرون ١٩٨٩)، وارتفعت الزيادة إلى ١٢٣٪ عندما صاحبها استعمال غطاء بلاستيكى للتربة (Bhella ١٩٨٨).

وتجدر الإشارة إلى أن معظم الجذور توجد فى حالة الرى بالتنقيط قريبًا من النقاطات، مع نمو نحو ٨٨٪–٩٦٪ من المجموع الجذرى فى الأربعين سنتيمترًا السطحية من التربة، بينما لا يتواجد سوى نحو ١٢٪–٢١٪ من الطول الكلى للمجموع الجذرى على مسافة تزيد عن ٥٠سم — أفقيًا من ساق النبات (Oliveira وآخرون ١٩٩٦).

وقد تبين أن خفض معدل الرى — بالتنقيط — بمقدار ٣٠٪ مما يلزم لمعادلة النتح التبخرى يؤدى إلى نقص المحصول بنسبة حوالى ٣٥٪، مع حدوث نقص واضح فى نسبة الثمار الكبيرة الحجم، وزيادة فى نسبة الإصابة بتعفن الطرف الزهرى للثمرة بمقدار خمسة أضعاف، وفى الإصابة بالندوة المبكرة بنسبة ٥٠٪، وذلك مقارنة برى النباتات بما يعادل احتياجات النتح التبخرى (Obreza وآخرون ١٩٩٦).

ويستدل من عديد من الدراسات على أصناف طماطم التصنيع أن الرى الزائد يؤدى إلى نقص المحصول، ونسبة الثمار ذات اللون الجيد، ونسبة المواد الصلبة الذائبة، وتأخير النضج، بينما يؤدى الجفاف الشديد إلى زيادة نسبة المواد الصلبة الذائبة، ونسبة الثمار ذات اللون الجيد، وإسراع النضج، إلا أن ذلك يؤدى إلى نقص المحصول أيضًا.

وتكون العلاقة طردية بين الكمية الإجمالية للماء التى تُفقد بالنتح والتنفس معًا evapotranspiration — أو معدل الرى — وبين المحصول الكلى. وتظهر نفس العلاقة فى أصناف طماطم الاستهلاك الطازج؛ فينخفض المحصول — تدريجيًا — بتقليل عدد الريات، وبتأخير الرى.

هذا.. ويختلف تأثير نقص الرطوبة الأرضية باختلاف مرحلة النمو النباتى التى يحدث عندها الشدّ الرطوبى؛ فيؤدى حدوثه فى مرحلة النمو الخضرى إلى ضعف النمو، ويؤدى نقص الرطوبة الأرضية أثناء مرحلة الإزهار إلى انخفاض نسبة عقد الثمار، بينما يؤدى الشد الرطوبى خلال مرحلة الإثمار إلى نقص المحصول (Rao & Padma ١٩٩١).

وقد وجد Adams (١٩٩٠) أن النقص فى المحصول الذى لوحظ عند نقص الرطوبة الأرضية كان مرده — أساسًا — إلى نقص فى حجم الثمار وليس فى عددها. ولكن ذلك كان مُصاحبًا بزيادة فى محتوى الثمار من المادة الجافة، والسكريات، والأحماض، والبوتاسيوم.

وعندما كان الرى بطريقة التنقيط.. وجد Sanders وآخرون (١٩٨٩) أن زيادة معدلات الرى أدت إلى زيادة المحصول، وإلى نقص كل من المواد الصلبة الذائبة والمواد الصلبة الكلية، بينما انخفض الـ pH (وهو أمر مرغوب فيه فى طماطم التصنيع)، وتحسَّن كل من لون الثمار، وحجمها، وحموضتها المعايرة، وازداد محصول المواد الصلبة الذائبة والمواد الصلبة الكلية من الفدان.

هذا.. وعند إجراء الرى بالتنقيط تتوزع جذور الطماطم بنسبة ٨٨٪–٩٦٪ فى الأربعين سنتيمترًا السطحية من التربة، ويقل انتشارها سريعًا بعد ذلك العمق. وتتواجد معظم الجذور فى منطقة التنقيط قريبًا من جذع النبات. وعندما كانت خطوط الزراعة على مسافة ١,٥م من بعضها البعض كان ٧٩٪ –٨٨٪ من النمو الجذرى فى دائرة نصف قطرها ٥٠ سم من قاعدة النبات (Oliveira وآخرون ١٩٩٦).

التسميد

تعتبر الطماطم من محاصيل الخضر المجهدة للتربة، والتى تستجيب للتسميد بصورة جيدة، ولكن تختلف الأصناف فى مدى استجابتها بحسب قدرتها الإنتاجية؛ فالهجن

الحديثة عالية الإنتاجية تكون أكثر استجابة للمستويات العالية من التسميد — التى تحتاج إليها لإعطاء أعلى محصول ممكن — وذلك مقارنة بالأصناف القديمة قليلة الإنتاجية.

العناصر السمادية الأولية

النيتروجين

يؤدى نقص النيتروجين إلى تقزم النمو، وصغر مساحة الأوراق، التى تصبح متصلبة stiff، وتكتسب لونًا أخضرًا باهتًا مشوبًا بالصفرة. أما الأوراق الكبيرة فإنها تصبح صفراء اللون، وتكتسب عروقها لونًا ورديًا، وتموت مبكرًا. كذلك يؤدى نقص العنصر إلى اصفرار البراعم الزهرية وسقوطها.

يضاف عنصر النيتروجين على دفعات طوال مراحل النمو النباتى. ومن الضرورى أن يتوفر جزء كبير منه بالقرب من جذور النباتات خلال المرحلة الأولى من النمو، والتى يكون النمو الجذرى فيها محدودًا، بينما تكون النباتات بحاجة للآزوت ليكون نموها الخضرى قويًا منذ البداية. وتستمر إضافة النيتروجين أثناء الإزهار، والعقد، ونمو الثمار حتى يصل قطر الثمار الأولى بالعنقود الأول لنحو ٢-٣ سم. وعندها يجب إيقاف التسميد الآزوتى فى أصناف التصنيع الحديثة، بينما يستمر بالنسبة للأصناف التقليدية التى يستمر نموها الخضرى وإزهارها وإثمارها لفترة طويلة تمتد إلى بداية الحصاد. وفى حالة الزراعة فى الأراضى الرملية، فإنه ينصح باستمرار التسميد الآزوتى — بكميات صغيرة وعلى عدد أكبر من الدفعات — حتى منتصف موسم الحصاد.

ومن بين أسباب ضعف معدل نمو النباتات فى المستويات المنخفضة من النيتروجين أن نقص النيتروجين فى النبات يعنى انخفاض مستوى الإضاءة الذى يلزم للتشبع الضوئى، وانخفاض درجة توصيل الثغور؛ الأمر الذى يترتب عليه انخفاض شديد فى معدل البناء الضوئى، مع زيادة فى محتوى الأوراق من النشا، وفى نسبة النشا: السكروز فيها (Guidi وآخرون ١٩٩٨).

هذا.. وتُضار نباتات الطماطم بالتسميد النتراتى الغزير، وبالتسميد الأمونيومى غير المتوازن مع التسميد النترتى؛ حيث تزداد حالات إصابة الثمار بتعفن الطرف الزهرى. ومن الضرورى عدم الإفراط فى التسميد الآزوتى أيًّا كانت صورته المستعملة. وقد وجد أن الطماطم نادرًا ما تستجيب لزيادة معدل التسميد الآزوتى عن ١٧٠–٢٠٠ كجم للهكتار (٧٠–٨٥ كجم للفدان).

ووُجد أن النسبة المناسبة من النترات إلى الأمونيوم عند إجراء التسميد فى مشاتل الطماطم هى ٧٥ : ٢٥ فى حالة النباتات غير المعرضة لظروف الشدِّ، و٥٠ : ٥٠ فى حالة النباتات المعرضة لشدِّ البرودة (Liu وآخرون ٢٠١٧).

هذا.. ولا يوصى برش نباتات الطماطم بكبريتات الأمونيوم بأى تركيز (مرة أو مرتان أسبوعيًّا) لأن تلك المعاملة تحد من النمو النباتى، وتقلل المحصول ومحتوى الثمار من فيتامين ج، وإن كانت تؤدى إلى زيادة محتوى الأوراق من الكلوروفيل (Dehnavard وآخرون ٢٠١٧).

ويتبين من الدراسة الكلاسيكية لكل من Kraus & Kraybill بخصوص تأثير التسميد الآزوتى والرطوبة الأرضية على النمو الخضرى والزهرى والثمرى للطماطم — والتى نُشرت عام ١٩١٨ (عن Thompson & Kelly ١٩٥٧) ما يلى:

١– عند توفر النيتروجين بكميات كبيرة فى ظروف تسمح بالبناء الضوئى الجيد، فإن النباتات تكون قوية النمو الخضرى، وغير مثمرة، كما تتميز بارتفاع محتواها من الرطوبة، والنيتروجين الكلى، والنيتروجين النتراتى، وتكون منخفضة فى محتواها من المادة الجافة، والسكروز، والسكريات عديدة التسكر.

٢– عندما تنمو النباتات فى بيئة يتوفر فيها الآزوت بكثرة، ثم تتعرض بعد ذلك لمستويات معتدلة من العنصر، فإنها تكون أقل فى نموها الخضرى ومثمرة.

٣– عندما تنمو النباتات فى بيئة يتوفر فيها الآزوت بكثرة، ثم تتعرض بعد ذلك

لمستويات منخفضة جدًا من العنصر، فإنها تكون ضعيفة جدًا فى النمو الخضرى ومثمرة، لكنها تكون أقل محصولاً من نباتات المجموعة الثانية.

٤- عند نمو النباتات فى بيئة يتوفر فيها الآزوت بكثرة وتتوفر فيها الرطوبة الأرضية، ثم تتعرض لنقص فى الرطوبة يصل إلى مستوى قريب من نقطة الذبول، فإن نموها الخضرى يقل.

٥- تؤدى زيادة الآزوت الميسر، وخاصة الآزوت النتراتى — أيًا كانت الظروف البيئية الأخرى — إلى زيادة محتوى النباتات من الرطوبة، ونقص محتواها من السكروز، والسكريات عديدة التسكر، والمادة الجافة.

٦- لا تثمر النباتات عند زيادة محتواها من النيتروجين، أو من المواد الكربوهيدراتية، وإنما عندما يصل محتواها منها — أى من النيتروجين والمواد الكربوهيدراتية — إلى حالة توازن.

٧- هناك علاقة موجبة بين محتوى النباتات من الرطوبة، ومحتواها من النيتروجين.

٨- لا ترجع كل حالات عدم الإثمار إلى سوء التلقيح والإخصاب، فقد تسقط الأزهار بعد فترة وجيزة من التلقيح فى النباتات ذات النمو الخضرى الغزير، وقد تبقى متصلة بالساق لعدة أيام دون نمو فى حالات النمو الخضرى الضعيف.

٩- يؤدى نقص الرطوبة الأرضية كثيرًا مع توفر الآزوت إلى ظهور نفس حالة عدم الإثمار، وزيادة مخزون المواد الكربوهيدراتية كما لو كانت النباتات نامية فى بيئة فقيرة فى الآزوت.

ولقد دُرس تأثير تطعيم الطماطم Moneymaker على الأصل Maxifort (وهو هجين نوعى: *S. lycopersicum* × *S. habrochaites*)، وpH المحلول المغذى (٣,٥، ٤,٥، ٥,٥، ٦,٥، ٧,٥)، ونسبة النترات NO_3^- إلى الأمونيوم NH_4^+ (١٠٠: صفر، و٧٠: ٣٠، و٣٠: ٧٠، وصفر: ١٠٠) على النمو والمحصول والجودة. لم يكن لـ pH المحلول المغذى

تأثير جوهرى على النمو الخضرى، لكن وجد أن الوزن الجاف للنمو الخضرى ومحتوى الكالسيوم والمغنيسيوم انخفضت بشدة عندما استعمل النيتروجين الأمونيومى — فقط — كمصدر للآزوت — وكانت أعلى تركيزات للكالسيوم والحديد والزنك والنحاس فى النباتات المطعومة مقارنة بالتركيزات فى النباتات غير المطعومة. وقد انخفض النمو النباتى والمحصول استجابة للزيادة فى الأمونيوم فى المحلول المغذى. وكان النقص فى المحصول الصالح للتسويق مع انخفاض نسبة النترات إلى الأمونيوم فى المحلول المغذى مرده إلى زيادة فى حالات الإصابة بتعفن الطرف الزهرى. وكان التأثير السلبى لزيادة نسبة الأمونيوم مصاحبًا بانخفاض فى محتوى الأنسجة النباتية من كل من الكالسيوم والمغنيسيوم. هذا.. ولم يكن تطعيم الطماطم على الأصل Maxifort فعّالاً فى التخلص من التأثير السلبى للتغذية بالأمونيوم على محصول الثمار (Borgognone وآخرون ٢٠١٣).

الفوسفور

من أهم أعراض نقص الفوسفور اكتساب الأوراق لونًا أخضرًا قاتمًا أو قرمزيًا، وتكون السيقان رفيعة ومتقزمة ومتليفة، بينما تكتسب الجذور لونًا بنيًا ويقل تفرعها، كذلك تكون الأوراق كبيرة العمر صغيرة الحجم ووريقاتها ملتفة إلى أسفل. ومع استمرار نقص العنصر تكتسب هذه الأوراق لونًا قرمزيًا، وتظهر بها مساحات ميتة، وتصبح صفراء وعروقها قرمزية اللون، وتموت مبكرة. كذلك يتأخر عقد الثمار ونضجها.

ويؤدى تيسر الفوسفور للنبات فى بداية حياته إلى التبكير فى النضج، وزيادة المحصول، خاصة عندما يكون الجو باردًا، وذلك لأن امتصاص الفوسفور يقل كثيرًا فى درجات الحرارة الأقل من ١٣ ْم، ويؤدى توفره بالقرب من جذور النباتات الصغيرة إلى زيادة الكمية الممتصة منه (Wilcox وآخرون ١٩٦٢)؛ لذا.. يضاف الفوسفور للشتلات بوفرة فى صورة أسمدة بادئة عند الشتل، كما يضاف فى صورة حزام ضيق تحت البذور بنحو ٥ سم عند الزراعة بالبذور مباشرة، خاصة فى الجو البارد.

هذا.. ويفيد التفاوت فى درجات الحرارة بين الليل والنهار فى تمكين النبات من الاستفادة من الفوسفور المضاف بدرجة أكبر عند ارتفاع درجة الحرارة نهارًا؛ ولهذا يوصى دائمًا بزيادة التسميد بالفوسفور عندما يسود الجو طقس بارد.

وقد وجد Sobulø وآخرون (١٩٧٨) أنه فى حرارة ١٠ °م كانت إضافة الفوسفور بطريقة السرّ فى خنادق banding أفضل من إضافته بطريقة النثر broadcasting، بينما لم يكن هناك فرق بين الطريقتين فى حرارة ٢٧ °م، ولكن طريقة السرّ كانت أفضل فى الأراضى ذات القدرة الكبيرة على تثبيت الفوسفور.

والعلاقة طردية بين محصول الثمار فى الطماطم ومحتوى الأوراق من الفوسفور، حتى حوال ٠,٥٪، ولا تتحقق هذه النسبة المرتفعة من العنصر فى الأوراق إلاّ بالتسميد الفوسفاتى الجيد، مع تيسر العنصر لامتصاص النبات دون أن يثبت فى التربة (Adams ١٩٨٦).

وتجدر الإشارة إلى وجود علاقة عكسية بين زيادة معدلات التسميد الفوسفاتى وامتصاص النباتات لعنصر البورون؛ الأمر الذى يعنى أهمية تجنب الإفراط فى التسميد بالفوسفور.

البوتاسيوم

من أهم الأعراض الأولى التى تميز نقص عنصر البوتاسيوم فى الطماطم ظهور تجعّد دقيق على الأوراق الحديثة، بينما تكتسب الأوراق الكبيرة لونًا أخضر قاتمًا فى البداية، ولكنه سريعًا ما يتحول إلى اللون الأخضر المصفر عند حواف الوريقات ويعقب ذلك امتداد هذه الأعراض نحو مركز الوريقات بين العروق، وكثيرًا ما يتغير لون الأنسجة المتأثرة إلى اللون البرتقالى الزاهى، وتكون سهلة التقصف، ثم تتحول إلى اللون البنى، وتموت فى نهاية الأمر.

وتكون سيقان النباتات التى تعانى من نقص البوتاسيوم صلبة ومتخشبة، وتفشل فى الزيادة كثيرًا فى السمك. هذا.. بينما تبقى جذور النباتات رفيعة، وقد تصبح بنية اللون.

ولا توجد مشاكل خاصة بالتسميد البوتاسى، وإن كان من الضرورى أن يتوفر العنصر للنبات بطبيعة الحال. وتجدر الإشارة إلى أن أعراض نقص البوتاسيوم تظهر على النباتات – عادة – عند اقترابها من النضج فى صورة اصفرار بالأوراق، وموت حوافها أحيانًا، وامتداد الاصفرار بين العروق. ولا يمكن التخلص من هذه الأعراض حتى مع استمرار التسميد البوتاسى عن طريق التربة، أو بالرش طوال موسم النمو، كما لم تؤد زيادة التسميد البوتاسى – حينئذ – إلى زيادة المحصول (Sims وآخرون ١٩٧٩). إلا أن الإفراط فى التسميد بالبوتاسيوم يمكن أن يؤدى إلى إصابة الثمار بتعفن الطرف الزهرى، نتيجة لمنافسة كاتيون البوتاسيوم لكاتيون الكالسيوم فى الامتصاص.

وتزداد استجابة نباتات الطماطم إلى التسميد البوتاسى بارتفاع حرارة الجذور؛ حيث يزداد الوزن الجاف للنباتات بارتفاع درجة الحرارة، وتكون الزيادة فى الوزن أكبر مع زيادة تركيز البوتاسيوم فى بيئة الزراعة.

يلعب البوتاسيوم دورًا أساسيًّا فى انتظام تلون الثمار، وتكون حاجة النباتات من العنصر – التى تعطى أفضل تلوين للثمار – أعلى من مستوى التسميد البوتاسى الذى يعطى أعلى محصول (Winsor & Adams ١٩٨٧).

وتوجد علاقة طردية بين تركيز البوتاسيوم فى نسيج الورقة ومحتوى الثمار من الحموضة المعايرة والحموضة الكلية؛ وهو ما يعنى تحسّن طعم الثمار بزيادة التسميد البوتاسى.

كذلك يؤدى نقص البوتاسيوم إلى نقص الفترة التى تلزم لوصول الثمار إلى مرحلة النضج، وسرعة الوصول إلى مرحلة الكلايمكترك.

العناصر الكبرى الأخرى

الكبريت

نادرًا ما تظهر أعراض نقص الكبريت على نباتات الطماطم؛ لتوفر العنصر فى عديد من الأسمدة التى تسمد بها حقول الطماطم.

الكالسيوم

نادرًا ما تظهر – كذلك – أعراض نقص الكالسيوم على النمو الخضرى أو الزهرى لنباتات الطماطم، والتى تتمثل فى موت القمة النامية والوريقات الطرفية، مع فشل الأزهار فى العقد، ومع موت البراعم الطرفية فى العناقيد الزهرية.

وبالمقارنة.. فإن ثمار الطماطم تكون حساسة جدًّا لنقص العنصر، حيث تظهر عليها أعراض العيب الفسيولوجى المعروف باسم "تعفن الطرف الزهرى" عندما لا تصلها كميات كافية من العنصر.

هذا.. ويُفيد الرش بالأسمدة الورقية الغنية بالكالسيوم المخلبى فى الوقاية من الإصابة بتعفن الطرف الزهرى.

ومن تلك الأسمدة، ما يلى:

السماد	الكالسيوم المخلبى (٪)
ميكروكات كالسيوم / بورون	٦
سوليد إكسترا	٧
جولدن كالبور	١١
كالسيوستار	١٤
بورامين	١٩

المغنيسيوم

يكثر ظهور أعراض نقص المغنيسيوم وذلك بسبب الإفراط فى التسميد البوتاسى، الذى يؤدى تلقائيًّا إلى ضعف امتصاص عنصر المغنيسيوم. فى بداية الأمر.. تميل الأوراق الكبيرة إلى الالتفاف إلى أعلى، ولكن سريعًا ما تتطور أعراض نقص العنصر على صورة اصفرار يظهر بين العروق فى الأوراق السفلى للنبات، مع ظهور بقع متحللة متناثرة فى المساحات الصفراء، بينما تبقى العروق والمناطق المحيطة بها مباشرة خضراء اللون. وقد

يبدأ ظهور الاصفرار عند طرف الأوراق، ثم ينتشر نحو الداخل بين العروق. وفى نهاية الأمر تكتسب الأوراق الكبيرة لونًا بنيًا وتموت. وتزداد شدة ظهور الأعراض على أوراق النبات أثناء تكوين الثمار، ولكن لا تظهر على الثمار ذاتها أىُّ أعراض.

العناصر الصغرى

الحديد

يؤدى نقص الحديد إلى اكتساب الأوراق القمية لنبات الطماطم لونًا أخضر باهتًا مصفرًا، مع ظهور تبرقشات صفراء بين العروق تبدأ من قاعدة الورقة المركبة وقواعد الوريقات، كما يتقزم النمو. وفى بداية تطور الأعراض تبقى عروق الأوراق خضراء اللون، وتبدو كشبكة دقيقة خضراء على خلفية صفرا اللون، ولكن – مع استمرار نقص العنصر – يصبح كل نصل الورقة – فى الأوراق الطرفية – أصفر اللون.

المنجنيز

يؤدى نقص المنجنيز إلى صغر حجم الأوراق، وظهور تبرقش بين العروق فى الأوراق الحديثة، ويكون بلون أخضر باهت فى البداية، ثم يتحول إلى اللون الأصفر، بينما تبقى العروق خضراء اللون. كما تظهر بقع صغيرة بنية اللون فى المساحات الصفراء، يبدأ ظهورها بالقرب من قواعد الوريقات بعيدًا عن العروق، ثم تزداد تدريجيًا فى المساحة إلى أن تلتحم معًا. كذلك يقل نمو المجموع الجذرى، وتكون الجذور أقصر وأقل سمكًا مما تكون عليه فى النمو الطبيعى، ويظهر بعض التلون البنى فى القمم النامية.

النحاس

من أهم أعراض نقص النحاس بطء النمو وتقزمه، والتفاف حواف الأوراق إلى أعلى نحو الداخل، مع ظهور انسفاع عليها. ويظهر اصفرار بالأوراق السفلى للنبات، التى لا تلبث أن تتحول إلى اللون البرونزى، فالبنى، مع ظهور تحلل بحواف الوريقات وتلون أسود بالعروق. كذلك تظهر بقع بنية متخشبة على السيقان وأعناق الأوراق، كما يقل الإزهار ويتأخر، ويضعف النمو الجذرى بشدة.

الزنك

تظهر أعراض نقص الزنك فى الأراضى القلوية، خاصة عند زيادة التسميد الفوسفاتى. ومن أهم أعراض نقص العنصر قِصَر السلاميات، وتوقف النمو الخضرى، مع ظهور اصفرار بين العروق فى الأوراق السفلية للنبات، ومع انتشار الاصفرار فى الأوراق الأعلى بصورة تدريجية، وتكتسب الأوراق السفلى لونًا بنيًا فى نهاية الأمر. ومن الأعراض الأخرى التى يسببها نقص العنصر التفاف حواف الوريقات إلى أسفل، وظهور بقع بنية اللون على العروق وفيما بينها، وعلى أعناق الأوراق وأعناق الوريقات، مع التفاف أعناق الأوراق إلى أسفل.

البورون

يؤدى نقص البورون إلى ضعف النمو الجذرى، وتضخم السويقة الجنينية العليا، وتضخم الأوراق الفلقية، وسهولة تقصف الأوراق وأعناقها، كما تتحلل القمة النامية للنبات، ولا يكتمل نمو الأوراق فتكون غير منتظمة الشكل، وتقصر السلاميات، ويزداد التفريع الجانبى، وتحدث تغيرات خلوية غير طبيعية. كما وجد أن نقص البورون يرتبط جوهريًا بضعف الإزهار، والعقد، ونقص حجم الثمار المتكونة، مع ظهور أنسجة فلينية عند أكتاف الثمرة بالقرب من الكأس.

وقد حُصِلَ على أعلى محصول من الطماطم عندما رُشت النباتات بالبورون بتركيز ٠,٣٤٠ جم/لتر – مقارنة بالرش بالتركيزات الأقل من ذلك – وذلك خلال الشهرين الأول والثانى بعد الشتل، وتوافق ذلك مع تركيز ٧٢ مجم من البورون بكل كيلوجرام من النموات الخضرية (de Oliveira & Gondim وآخرون ٢٠١٥).

وتزداد فرصة ظهور أعراض نقص البورون عند زيادة التسميد الفوسفاتى أو البوتاسى.

الموليبدنم

لا تظهر أعراض نقص الموليبدنم – غالبًا – فى الأراضى القلوية، وهى التى تكون على صورة تبرقش واضح على الأوراق السفلى للنبات.

ولمزيد من التفاصيل حول العناصر المغذية وأعراض نقصها.. يُراجع Purvis & Carolus (١٩٦٤) و Winsor & Adams (١٩٨٧).

وعمومًا.. فإنه يتم التسميد بالعناصر الصغرى رشًا إما فى الصورة المخلبية (لعناصر الحديد والزنك والمنجنين) بتركيز ٠,١٪، وإما فى صورة ملح الكبريتات لتلك العناصر بتركيز ٠,٣٪ مع إضافة اليوريا لمحلول الرش بتركيز ٠,٥٪ كعامل مخلبى، وذلك بعد الشتل بنحو ٣-٤ أسابيع، ثم ثلاث مرات أخرى كل حوالى ١٥ يومًا.

ولقد قدم Passam وآخرون (٢٠٠٧) عرضًا شاملاً لكلٍ من تغذية الطماطم بالعناصر المعدنية الضرورية الكبرى والصغرى، واستجابتها لكل من العناصر المفيدة والثقيلة (النيكل والسيليكون والسيلينيم والألومنيوم والكوبالت والزئبق) وتأثير العناصر المغذية والملوحة على صفات جودة الثمار.

تأثير درجة الحرارة على امتصاص العناصر السمادية الأولية

يزداد امتصاص نباتات الطماطم لكل من عناصر النيتروجين، والفوسفور، والكالسيوم بزيادة أى من حرارة الهواء أو شدة الإضاءة، بينما يزداد امتصاص الفوسفور فقط بازدياد حرارة الجذور (Adams ١٩٩٤).

ولكن أثبتت دراسات أخرى زيادة النيتروجين عند ارتفاع حرارة الجذور — تدريجيًا من ١٣ إلى ٢٨ °م كما وجد أن حرارة الجذور المنخفضة قللت امتصاص النترات، ولكنها كانت مناسبة لامتصاص الأمونيوم. كذلك ازداد امتصاص البوتاسيوم بارتفاع حرارة الجذور — تدريجيًا — من ١٣ إلى ٢٤ °م، إلا أن زيادة حرارة الجذور إلى ٢٨ °م لم تكن مؤثرة على امتصاص البوتاسيوم.

ولقد أجريت دراسات عديدة عن تأثير درجة الحرارة على استجابة النباتات للتسميد الفوسفاتى. فقد وجد Lingle & Davis (١٩٥٩) أن استفادة نباتات الطماطم من الفوسفور كانت أعلى ما يمكن فى درجات الحرارة المعتدلة والمرتفعة نسبيًا، كما

ازداد تركيز العنصر فى أنسجة النبات بزيادة درجة حرارة الجذور، ويعنى ذلك ضعف مقدرة النباتات على امتصاص الفوسفور فى الحرارة المنخفضة، وحاجتها لزيادة التسميد بهذا العنصر تحت هذه الظروف.

كذلك وجد Wilcox وآخرون (١٩٦٢) أن نمو نباتات الطماطم ازداد طرديًا بزيادة التسميد بالفوسفور فى درجات الحرارة المرتفعة نسبيًا وهى ١٤، و١٦ °م، بينما لم تحدث استجابة عندما كانت حرارة التربة ١٣ °م، وذلك مع أن تركيز الفوسفور ازداد فى أنسجة النباتات بزيادة التسميد الفوسفاتى فى كل درجات الحرارة. كما توصل Davis & Lingle (١٩٦١) من دراستهما على نباتات الطماطم النامية فى محلول هوجلند المغذى — فى حرارة تراوحت بين ١٣ و٢٧ °م — إلى أن زيادة تركيز المحلول من خُمس التركيز الكامل إلى التركيز الكامل لم تصاحبها زيادة فى النمو إلا فى الحرارة المعتدلة والمرتفعة فقط.

احتياج نباتات الطماطم من العناصر السمادية الأولية

يزداد معدل امتصاص الآزوت أثناء النمو بوجه عام، ولكنه يزيد بصورة خاصة خلال مرحلتى الإزهار وأثناء نمو ونضج الثمار. ويكون معدل امتصاص الفوسفور منخفضًا بوجه عام، ولكنه يزيد زيادة كبيرة خلال مرحلة الإزهار. ويتشابه البوتاسيوم مع النيتروجين فى امتصاص النباتات له بكميات كبيرة نسبيًا، ولكن الامتصاص يزيد بشدة خلال مرحلتى الإزهار وبداية الإثمار، ثم ينخفض قليلاً بعد ذلك.

وعلى الرغم من اختلاف أصناف الطماطم فى كمية العناصر التى تمتصها من التربة، إلا أن الكميات تتقارب عند تساوى المحصول، ويُوضح جدول (٦-١) متوسط كميات النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم التى تمتصها نباتات الطماطم لكل فدان، كما يتضح من الجدول أن معظم الكميات الممتصة من عنصرى الفوسفور، والبوتاسيوم تصل للثمار، بينما تحتفظ النموات الخضرية بمعظم النيتروجين الممتص وتفيد هذه الحقيقة فى تخطيط البرنامج التسميدى لكل من الطماطم، والمحاصيل التى تليها فى الدورة، لأن جزءًا كبيرًا من النيتروجين الممتص يعود للتربة مرة أخرى عند قلب

النموات الخضرية للطماطم فيها بعد الحصاد، بينما تُزال معظم الكميات الممتصة من الفوسفور والبوتاسيوم نهائيًا من الحقل مع الثمار.

وإذا ما اختلفت الأصناف فى كمية المحصول.. فإنه يمكن التعميم — بالنسبة للأصناف الحديثة ذات النمو المندمج — أن كل ٢٠ طنًا من الثمار تزيل معها — من الحقل — حوالى ٢٥ كجم من النيتروجين، و٦ كجم من خامس أكسيد الفوسفور (P_2O_5)، و ٥٠ كجم من أكسيد البوتاسيوم (K_2O)، و٢,٥ كجم من كل من أكسيد الكالسيوم (CaO) وأكسيد المغنيسيوم (MgO).

جدول (٦-١): متوسط كميات العناصر الأولية (النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم) التى تمتصها نباتات الطماطم لكل فدان (كجم).

العنصر	متوسط الكمية الممتصة	المدى	نسبة الكمية الممتصة التى تصل للثمار
النيتروجين	٧٥	٦٥-٨٥	٢٥
الفوسفور	٧	٦-٨	٧٥
البوتاسيوم	١٥٠	١٠٠-١٧٥	٦٠

وتتحدد الاحتياجات السمادية الكلية للنبات من المعلومات المبينة أعلاه (الكميات التى تصل إلى الثمار ونسبتها من الكميات التى يمتصها النبات)، والمحصول الكلى المتوقع، ونسبة ما يُفقد من الأسمدة مع مياه الرى أو الغسيل، ونسبة ما يثبّت منها فى التربة. ويعتبر تثبيت الفوسفور هو العامل الأول المسئول عن إضافة كميات من العنصر تزيد — كثيرًا — عن حاجة النباتات الفعلية منه.

وتجدر الإشارة إلى أنه يحدث تسرب لأكسيد النيتروجين N_2O من بيئات زراعة الطماطم (بيئة الصوف الصخرى) يزداد بزيادة التسميد الآزوتى، ولكن ينخفض التسرب بزيادة شدة الإضاءة عن ١٥ جول/م^2 فى الثانية. ويبدو أن الضوء يُسرع من امتصاص الطماطم لكل من الماء والعناصر (Yoshihara وآخرون ٢٠١٦).

ولقد كانت احتياجات نباتات الطماطم المطعومة على أى من الهجينين النوعيين Multifort أو Beaufort حوالى ٢٤٢ كجم N للهكتار (حوالى ١٠١ كجم N للفدان)،

مقارنة بنحو ١٩٦ كجم N للهكتار (٨٢ كجم للفدان) فى حالة عدم التطعيم، علمًا بان المحصول الصالح للتسويق بلغ ٥٦–٧١ طنًا للهكتار (٢٣,٥– ٣٠ طن للفدان) فى حالة التطعيم، و ٤٣–٥٣ طنًا للهكتار (١٨–٢٢,٣ طن للفدان) فى حالة عدم التطعيم (Djidonou وآخرون ٢٠١٥).

طرق التعُرف على مدى الحاجة إلى التسميد

يمكن التعرف على مدى الحاجة للتسميد من كل من تحليل التربة وتحليل النبات.

تحليل التربة

يفيد تحليل التربة فى تخطيط البرنامج التسميدى للطماطم، فتستجيب الطماطم للتسميد بالفوسفور عندما يقل مستوى العنصر (مقدرًا على صورة bicarbonate-soluble PO_4) عن ٨ أجزاء فى المليون. وتستجيب للتسميد بالبوتاسيوم عندما يقل البوتاسيوم المتبادل فى التربة عن ٨٠ جزءًا فى المليون، كما تستجيب للتسميد بالزنك عندما يقل مستواه فى التربة عن نصف جزء من المليون.

ويبين جدول (٦–٢) طرق التحليل الشائعة لبعض العناصر فى التربة، وتفسير نتائج التحليل.

جدول (٦–٢): طرق التحليل الشائعة لبعض العناصر فى التربة، وتفسير نتائج التحليل (عن UC IPM ٢٠٠٧).

تفسير نتيجة التحليل	الفوسفور (الاستخلاص بالبيكربونات)	البوتاسيوم (الاستخلاص بخلات الأمونيوم)	الزنك (الاستخلاص بال DPTA)	الأملاح الذائبة (المعجون المشبع)	البورون (المعجون المشبع)
منخفض	ppm ١٠ <	ppm ١٣٠ <	ppm ٠,٥ <	dS/m ٢ <	ppm ١ <
متوسط	ppm ٢٥–١٠	ppm ٢٠٠–١٣٠	ppm ١,٠–٠,٥	dS/m ٤–٢	ppm ٥–١
عالى	ppm ٢٥ >	ppm ٢٠٠ >	ppm ١,٠ >	dS/m ٤ >	ppm ٥ >

<: أقل من — >: أكثر من

ppm: جزء فى المليون — dS/m: ديسى سيمنز/م = مللى موه/سم

تحليل النبات

يفيد تحليل النبات فى تحديد مدى الحاجة للتسميد، ويُبيِّن جدول (٦-٣) تركيز مختلف العناصر الغذائية فى نباتات الطماطم النامية بصورة طبيعية. ويعنى نقص تركيز العناصر عن الحدود المبينة فى الجدول أن النباتات تكون معرضة لظهور أعراض نقص هذه العناصر، وأنه من الضرورى إضافتها ضمن البرنامج التسميدى.

جدول (٦-٣): تركيز مختلف العناصر الغذائية فى نباتات الطماطم النامية بصورة طبيعية (على أساس الوزن الجاف).

العنصر	التركيز العادى، أو مجال التركيز الطبيعى	
	عن (Winsor ١٩٧٣)	(عن Adams ١٩٨٦)
النيتروجين	٤,٨٪	٢,٨-٤,٩٪
الفوسفور	٠,٥٪	٠,٤٠-٠,٦٥٪
البوتاسيوم	٥,٥٪	٢,٧-٥,٩٪
المغنيسيوم	٠,٥٪	٠,٣٦-٠,٨٥٪
الكالسيوم	٢,٥٪	٢,٤-٧,٢٪
الكبريت	١,٦٪	١,٠-٣,٢٪
البورون	٣٥ جزءًا فى المليون	٣٢-٩٧ جزءًا فى المليون
الحديد	٩٠ جزءًا فى المليون	١٠١-٣٩١ جزءًا فى المليون
المنجنيز	٣٥٠ جزًا فى المليون	٥٥-٢٢٠ جزءًا فى المليون
النحاس	١٥ جزءًا فى المليون	١٠-١٦ جزءًا فى المليون
الزنك	٨٠ جزءًا فى المليون	٢٠-٨٥ جزءًا فى المليون
الموليبدنم	٠,٥ جزءًا فى المليون	٠,٩-١,٠ جزء فى المليون

وجدير بالذكر أن مستويات العناصر الكبرى — النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم — ينخفض تدريجيًا مع تقدم النبات فى العمر، حتى ولو توفرت تلك العناصر بكثرة للنباتات. ويفيد التحليل المبكر والمستمر للنباتات فى اكتشاف نقص العناصر مبكرًا، وفى تصحيحه بالتسميد المناسب، ويتبين ذلك فى جدول (٦-٤).

جدول (٦-٤): طرق التحليل الشائعة للعناصر الكبرى بالأوراق وتفسير نتائج التحليل (UC IPM ٢٠٠٧).

الجزء النباتى	العنصر	عند بداية الإزهار	مرحلة الإزهار الكامل
الورقة الكاملة	٪ N	٤,٦–٥,٢	٣,٥–٤,٥
	٪ P	٠,٣٢–٠,٤٩	٠,٢٥–٠,٤١
	٪ K	٢,٢–٣,٥	١,٦–٣,١
عنق الورقة	النيتروجين النتراتى (جزء فى المليون)	٨٠٠٠– ١٢٠٠٠	٤٠٠٠–٨٠٠٠
	PO_4^-:P (جزء فى المليون)	٢٥٠٠–٣٥٠٠	٢٠٠٠–٣٠٠٠
	٪ K	٥,٠–٨,٠	٣,٠–٥,٠

وقد بين Beverly (١٩٩٤) أنه بالإمكان الاعتماد على تحليل العصير الخلوى المستخلص من سيقان بادرات الطماطم فى التعرف على مستوى النيتروجين فيها، حيث كان توفر النيتروجين النتراتى بتركيز لا يقل عن ٥٠٠ ميكروجرامًا/ مل من العصير (حوالى ٥٠٠ جزءٍ فى المليون) كافيًا لمنع التوقف فى نمو البادرات.

وأثبتت دراسات Coltman & Riede (١٩٩٢) أن بالإمكان الاعتماد على اختبارات العصير الخلوى السريعة لأعناق أوراق الطماطم فى تقدير مدى حاجتها إلى التسميد البوتاسى. وحصل الباحثان على أعلى محصول صالح للتسويق عندما كان محتوى البوتاسيوم ٥,٩ مجم/مل من العصير الخلوى.

كما بيّنت دراسات Hochmuth (١٩٩٤) على الطماطم وعديد من محاصيل الخضر الأخرى أن تركيز كل من النيتروجين والبوتاسيوم فى العصير الخلوى لأعناق الأوراق يرتبط ارتباطًا عاليًا مع تركيز كل منهما – على التوالى – فى الأوراق الكاملة. وقد تناقص تركيز كلا العنصرين مع تقدم موسم النمو.

هذا.. إلا إنه وُجد أن تقدير تركيز النيتروجين فى الأنسجة الورقية أفضل للتخطيط للتسميد والتنبؤ بالمحصول الصالح للتسويق عن تقدير تركيز النيتروجين النتراتى فى

نسغ sap أعناق الأوراق. فعلى الرغم من وجود ارتباط عالٍ جدًا بين التقديرين، فإنه كان بغير ذى معنى؛ نظرًا لأنهما (تقدير النيتروجين النتراتى بأعناق الأوراق وتقدير النيتروجين فى الأنسجة الورقية) ارتبطا سلبيًا وإيجابيًا – على التوالى – مع محصول الثمار فى معظم الحالات (Carson وآخرون ٢٠١٦).

التسميد العضوى لحقل الزراعة

لا يستخدم السماد العضوى الطازج، وإنما يتعين كمره جيدًا قبل استعماله للتخلص من بذور الحشائش وبيض الحشرات والنيماتودا، ويُجرى الكمر بوضع السبلة الحيوانية مع مخلفات المزرعة وبقايا النباتات بعد تقطيعها، ويضاف إليها ٥٠ كجم كبريت زراعى + ٢٥ كجم سوبر فوسفات عادى + ٢٠ كجم سلفات نشادر لكل طن من المخلوط العضوى مع التقليب جيدًا، وتوفير ٧٥٪ رطوبة. تغطى الكومة لمدة ٣–٤ شهور حتى يتم التحلل. تُستعمل هذه السبلة المتحللة بمعدل ٢٠–٣٠ م^{٣}/فدان فى الأراضى السوداء، و٣٠–٤٠ م^{٣}/فدان فى الأراضى الرملية.

وإذا استخدم الكمبوست التجارى، فإن ذلك يكون – عادة – بمعدل ١٠ طن للفدان.

أهمية حامض الهيومك فى تسميد الطماطم بالتنقيط

وُجد أن إضافة حامض الهيومك مع الأسمدة أثناء عملية الفرتجة يُفيد فى زيادة كل من ارتفاع النبات (٥,٧٪)، والمادة الجافة الكلية (٧,٧٪)، ودليل المساحة الورقية (٣,٢٪)، والمحتوى الكلوروفيلى (٤,٧٪)، ومحصول الثمار (٩,٦٪)، مقارنة بما فى حدث فى معاملة الفرتجة بدون إضافة حامض الهيوميك (Suman وآخرون ٢٠١٧).

برنامج تسميد الطماطم فى الأراضى الصحراوية

تعد جميع الأراضى الصحراوية فقيرة – بطبيعتها – من حيث محتواها من المادة العضوية، والعناصر الغذائية التى تحتاج إليها النباتات، مع انخفاض سعتها التبادلية

الكاتيونية بشدة، وارتفاع نفاذيتها للماء بدرجة كبيرة؛ لذا.. فإن نجاح زراعة الخضر فى هذه الأراضى يتوقف على التسميد الجيد الذى يجب أن يراعى فيه ما يلى:

١- الاهتمام بالتسميد العضوى لبناء التربة، وزيادة سعتها التبادلية الكاتيونية وقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة.

٢- رفع معدلات التسميد الكيميائى لتعويض النقص الحاد فى خصوبة التربة.

٣- إعطاء الأسمدة فى جرعات صغيرة على فترات متقاربة لتجنب فقدها بالرشح.

٤- الاهتمام بالتسميد بالعناصر الدقيقة إما فى صورة مخلبية – لكى لا تثبت فى التربة القلوية والجيرية – وإما رشًا على الأوراق.

ونظرًا لأن معظم زراعات الطماطم فى الأراضى الصحراوية تروى بطريقة التنقيط؛ لذا.. فإننا نوجه جُلَّ اهتمامنا إلى كيفية التسميد من خلال شبكة الرى بالتنقيط، مع الإشارة إلى كيفية التسميد – عند إتباع طريقتى الرى السطحى والرى بالرش – فى نهاية هذا الجزء.

أولا: برنامج التسميد عند اتباع طريقة الرى بالتنقيط

١- أسمدة تضاف قبل الزراعة:

تُضاف الأسمدة التالية فى الفج الذى يتم عمله لوضع الأسمدة: ٤٠ م^{3} سماد بلدى متحلل أو مكمور، أو ٢٠ م^{3} من سبلة الدواجن، أو ١٠ طن كمبوست.

٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم.

١٠٠ كجم سلفات نشادر

٢٠٠ كجم سوبر فوسفات أحادى

١٥٠ كجم كبريت زراعى

٢٥ كجم سلفات مغنيسيوم

بعد خلط تلك الأسمدة جيدًا بالتربة، فإنه يتم التردیم عليها لتصبح تحت خط خراطيم الرى، ثم يتم رى الحقل لمدة ٣-٤ ساعات يوميًا لمدة ثلاثة أيام قبل الزراعة، لضمان حُسن تخمر الأسمدة، ولتجنب أضرارها على الشتلة عند زراعتها (مركز البحوث الزراعية ٢٠١٣).

يكون الهدف الأساسى من إضافة الكبريت تطهير، وخفض pH التربة فى منطقة نمو الجذور، وليس التسميد بالكبريت؛ نظرًا لأن النبات يحصل على حاجته من عنصر الكبريت من مختلف الأسمدة السلفاتية، ومن السوبر فوسفات، والجبس الزراعى، وبعض المبيدات.

٢- أسمدة عناصر أولية تضاف مع مياه الرى بعد الزراعة:

أ- كميات الأسمدة:

يستمر تسميد الطماطم بعد الشتل بالعناصر الأولية، وهى النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم. ويسمد الفدان الواحد بنحو ٨٠-١٠٠ كجم نيتروجينًا (N)، و٣٠ كجم فوسفورًا (P_2O_5)، و٨٠-١٠٠ كجم بوتاسيوم (K_2O).

هذا.. وتحصل النباتات على كميات إضافية من النيتروجين من حامض النيتريك الذى قد يستخدم بتركيز منخفض فى إذابة الأملاح التى تسد النقاطات، أو لإذابة سلفات البوتاسيوم، ومن نترات الجير أو نترات الكالسيوم التى قد تستخدم كمصدر إضافى للكالسيوم، إلا أن الكمية الكلية المضافة بهذه الطرق لا تتجاوز حوالى ٢٥ كجم للفدان.

ب- توقيت بداية التسميد:

يعمد الكثيرون إلى تأخير بداية التسميد إلى حين مرور أسبوعين إلى ثلاثة أسابيع على الشتل اعتمادًا على ما يتوفر فى التربة من أسمدة سبقت إضافتها قبل الزراعة، وربما محاكاة لما يكون عليه الحال فى الأراضى الثقيلة، إلا أن الجذور لا تصل إلى هذه

الأسمدة قبل مرور أسبوعين على الشتل؛ وبذا.. فهى لا تستفيد منها خلال تلك الفترة، كما أن الأراضى الصحراوية تعد فقيرة جدًّا فى محتواها من العناصر الغذائية إذا ما قورنت بالأراضى الثقيلة؛ ولذا.. فإن التسميد يجب أن يبدأ فى الأراضى الصحراوية بمجرد معاودة النباتات لنموها، ويكون ذلك – عادة – بعد نحو ٣-٧ أيام من الشتل.

ج- اختيار الأسمدة المناسبة:

(١) الأسمدة الآزوتية:

تستخدم اليوريا ونترات الأمونيوم (بنسبة ١ : ١) كمصدر للنيتروجين خلال الشهر الأول بعد الزراعة، ثم تستخدم نترات الأمونيوم منفردة، أو بالتبادل مع سلفات الأمونيوم بعد ذلك. ولا يوصى بالتسميد باليوريا إذا ارتفعت حرارة الجو عن ٢٥ °م. ويذكر Nicoulaud & Bloom (١٩٩٦) أن بالإمكان رش النباتات باليوريا – يوميًّا – بتركيز ٠,٢٪؛ بهدف توفير علاج سريع لحالات نقص الآزوت؛ نظرًا لسرعة امتصاصها ووصولها إلى جميع أجزاء النبات فى خلال ٢٤ ساعة من عملية الرش.

وعلى الرغم من أنه يوصى دائمًا باستعمال المصادر الأمونيومية للنيتروجين – لأنها أرخص ثمنًا ولا تتعرض للفقد مع مياه الصرف مثلما تتعرض المصادر النتراتية للنيتروجين – إلا أن تحقيق ذلك يتطلب سعة تبادلية كاتيونية عالية فى التربة، وهو ما لا يتوفر فى الأراضى الرملية.

(٢) الأسمدة الفوسفاتية:

يستخدم سوبر فوسفات الكالسيوم العادى أو السوبر فوسفات الثلاثى كمصدر للفوسفور فى حالة التسميد الأرضى، بينما يستخدم حامض الفوسفوريك فى حالة التسميد مع ماء الرى، حيث تقل فرصة تثبيت الفوسفور المضاف إليه، لأن حامض الفوسفوريك يعمل على خفض pH ماء الرى ؛ الأمر الذى يمنع ترسيب الفوسفور حتى مع وجود الكالسيوم فى ماء الرى. وقد تستخدم الأسمدة الفوسفاتية التى تذوب فى الماء،

مثل فوسفات أحادى الأمونيوم أو فوسفات ثنائى الأمونيوم، على أن يؤخذ فى الحسبان ما يضاف معها من نيتروجين أمونيومى.

وعلى الرغم من أن الفوسفور المضاف مع مياه الرى يبقى فى التربة قريبًا من النقاطات – مما يعنى عدم تعرض كل المجموع الجذرى للنبات إلى الفوسفور المضاف – إلا أن ذلك يكون كافيًا لقيام النباتات بامتصاص حاجتها من العنصر.

(٣) الأسمدة البوتاسية:

تستخدم سلفات البوتاسيوم كمصدر للبوتاسيوم. وإذا وُجدت صعوبة فى إذابتها فى مياه الرى فإنه يحسن خلطها جيدًا مع حامض النيتريك التجارى (المخفف بالماء) بنسبة ٤ من السماد إلى ١ من الحامض التجارى. يترك المخلوط يومًا كاملاً إلى أن تترسب كل الشوائب المختلطة بسماد سلفات البوتاسيوم، ثم يؤخذ الرائق للتسميد به.

وإذا لم يتوفر حامض النيتريك لإذابة سلفات البوتاسيوم فإنه يمكن استعمال حامض الكبريتيك التجارى المركّز فى تحضير محلول سمادى يحتوى على كل من النيتروجين والبوتاس (K_2O) بنسبة ١ : ١,٥ (وهى النسبة المناسبة للتسميد بها ابتداء من الأسبوع التاسع بعد الشتل وإلى قبل انتهاء موسم الحصاد بنحو أسبوعين) مع إضافة الفوسفور – بالنسبة المرغوبة – إلى هذا المخلوط ليصبح سمادًا كاملاً، ويجرى ذلك على النحو التالى:

- يضاف ٢٠ لترًا من حامض الكبريتيك المركز إلى برميل يتسع لنحو ٢٠٠ لترًا، ويحتوى على ٦٠ لترًا من الماء. تكون إضافة الحامض إلى الماء بصورة تدريجية، وببطء شديد، مع التقليب المستمر، ويحظر إجراء العكس (أى يحظر إضافة الماء إلى الحامض المركز)؛ لما ينطوى عليه ذلك من خطورة على القائمين بهذه العملية.
- يضاف ٥٠ كجم من نترات النشادر إلى الحامض المخفف مع التقليب المستمر.
- يضاف إلى المحلول المتكون ٥٠ كجم من سلفات البوتاسيوم مع التقليب المستمر.

• يضاف إلى المحلول الناتج ٣/٤ — ١,٥ لتر من حامض الفوسفوريك مع التقليب المستمر، علمًا بأن الكمية المستعملة منه تقل تدريجيًّا إلى أن تصل إلى الحد الأدنى (٣/٤ لتر) قرب انتهاء موسم الحصاد.

• يضاف الماء لإكمال حجم المحلول الناتج إلى ٢٠٠ لتر.

• تكشط الرغوة والأملاح التى تتجمع على سطح المخلوط.

يكفى المحلول السمادى الناتج من هذه العملية لتسميد فدان من الطماطم بعناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم لمدة حوالى ١٥ يومًا، وقد تستعمل لتسميد ١٥ فدانًا لمدة يوم واحد.. وهكذا.

أما إذا لم يرغب المنتج فى إجراء ما تقدم بيانه فإنه يفضل استعمال أحد الأسمدة السائلة كمصدر للبوتاسيوم.

وبالنظر إلى أن ما يوجد فى هذه الأسمدة من عنصر البوتاسيوم يكون جاهزًا لامتصاص النبات مباشرة، ولا يفقد منه شئ؛ لذا.. يمكن — عند استخدامها — خفض كمية البوتاسيوم (K_2O) الموصى بها إلى النصف؛ فيستعمل منها ما يكفى لإضافة نحو ٤٠–٥٠ كجم من K_2O للفدان مع ماء الرى، بالإضافة إلى الـ ٢٥ كجم الأخرى التى تضاف فى باطن الخط قبل الزراعة.

وحتى إذا استعملت سلفات البوتاسيوم فى التسميد فإن إضافة جزء من البوتاسيوم فى صورة سماد بوتاسيوم سائل يعد أمرًا مرغوبًا فيه؛ ولذا.. يوصى بالتسميد بنحو لتر من أحد هذه الأسمدة البوتاسية السائلة ابتداء من الأسبوع السابع بعد الشتل، مع تخفيض الكمية المستعملة منها — تدريجيًّا — ابتداء من الأسبوع الخامس عشر بعد الشتل.

د– توزيع كميات الأسمدة على موسم النمو:

توزع كميات عناصر النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم المخصصة للمحصول على النحو التالى:

(١) يزداد معدل التسميد بالنيتروجين تدريجيًا إلى أن يصل إلى أقصى معدل له قبل منتصف النمو، أو عند الإزهار وبداية مرحلة الإثمار، ويبقى عند هذا المستوى المرتفع لمدة حوالى ستة أسابيع، ثم تتناقص الكمية التى يسمد بها تدريجيًا إلى أن يتوقف التسميد بالنيتروجين نهائيًا قبل الحصاد بنحو أسبوعين.

وعادة .. يبدأ برنامج التسميد الآزوتى بنحو ٣-٤ كجم من النيتروجين أسبوعيًا ابتداء من الأسبوع الثانى بعد الشتل، مع زيادة الكمية المضافة منه — تدريجيًا — إلى أن تصل إلى حوالى ٨-١٠ كجم نيتروجينًا أسبوعيًا فى الأسبوع التاسع من الشتل، وتستمر على هذا المستوى المرتفع حتى الأسبوع الرابع عشر بعد الشتل؛ حيث تتناقص كمية النيتروجين المضافة بعد ذلك — تدريجيًا — إلى أن تصل إلى نحو ٥ كجم أسبوعيًا فى الأسبوع الثامن عشر بعد الشتل، ثم يتوقف التسميد الآزوتى — تقريبًا — بعد ذلك.

(٢) يزداد معدل التسميد بالفوسفور سريعًا بعد الزراعة إلى أن يصل إلى أقصى معدل له بعد انقضاء نحو رُبع موسم النمو، ويبقى عند هذا المستوى المُرتفع لمدة حوالى ستة أسابيع، ثم تتناقص الكمية المضافة منه تدريجيًا إلى أن يتوقف التسميد بالفوسفور نهائيًا قبل انتاء الحصاد بنحو ثلاثة أسابيع.

وعادة .. يبدأ برنامج التسميد الفوسفاتى بنحو ٥٠٠ مل (سم^{٣}) من حامض الفوسفوريك أسبوعيًا ابتداء من الأسبوع الثانى بعد الشتل، مع زيادة الكمية المستعملة منه — تدريجيًا — إلى أن تصل إلى حوالى لترين أسبوعًا ابتداء من الأسبوع السابع بعد الشتل، وتستمر على هذا المستوى المرتفع حتى الأسبوع الثانى عشر بعد الشتل؛ حيث تتناقص الكمية المضافة منه تدريجيًا — بعد ذلك — إلى أن تصل إلى حوالى ٣٠٠ مل فقط أسبوعيًا فى الأسبوع الثامن عشر بعد الشتل، ثم يتوقف التسميد الفوسفاتى — تقريبًا — بعد ذلك.

(٣) يزداد معدل التسميد بالبوتاسيوم ببطء إلى أن يصل إلى أقصى معدل له فى بداية مرحلة الإثمار، ويبقى على هذا المستوى المرتفع لمدة حوالى أربعة أسابيع، ثم

تتناقص الكمية المضافة منه تدريجيًا إلى أن يتوقف التسميد بالبوتاسيوم تمامًا قبل انتهاء الحصاد بنحو أسبوع أو أسبوعين.

وعادة .. يبدأ برنامج التسميد البوتاسى بنحو ١-١,٥ كجم بوتاس (K_2O) أسبوعيًا ابتداء من الأسبوع الثانى بعد الشتل، مع زيادة الكمية المضافة منه - تدريجيًا - إلى أن تصل إلى حوالى ١٢-١٥ كجم بوتاس أسبوعيًا فى الأسبوع الحادى عشر بعد الشتل، وتستمر على هذا المستوى المرتفع حتى الأسبوع الخامس عشر، حيث تتناقص كمية البوتاس المضافة تدريجيًا بعد ذلك إلى أن تصل إلى نحو ٣-٤ كجم فقط أسبوعيًا فى الأسبوع الثامن عشر، وقد يستمر التسميد البوتاسى على هذا المستوى المنخفض لمدة أسبوعين آخرين بعد ذلك.

ونقدم - فيما يلى - برنامجًا مقترحًا لتسميد الطماطم بالعناصر الأولية خلال مختلف مراحل النمو النباتى، ليس لتطبيقه حرفيًا، وإنما للاسترشاد به فى تحديد الكميات الفعلية التى تجب إضافتها من مختلف العناصر الغذائية، والتى تتوقف على عوامل كثيرة، منها: الصنف وقدرته الإنتاجية، ودرجة الحرارة السائدة...إلخ.

مرحلة النمو	العنصر السمادى (كجم يوميًا /فدان)		
	N	P_2O_5	K_2O
من الشتل إلى بداية الإزهار	٠,٤	٠,٤	٠,٤
من بداية الإزهار إلى بداية العقد	١,٠	٠,٨	١,٠
من العقد إلى بداية القطف	١,٧	٠,٨	٣,٠
من بداية القطف إلى نهاية الحصاد	١,٢	٠,٦	٢,٥

هـ- نظام إضافة الأسمدة البسيطة والمركبة:

تحسب الكمية اللازمة من جميع الأسمدة لكل أسبوع من موسم النمو، حسب مرحلة النمو النباتى. وقد تضاف كميات الأسمدة المخصصة لكل أسبوع على دفعتين أو ثلاث دفعات، ولكن يفضل أن يتم التسميد مع ماء الرى بالتنقيط ست مرات أسبوعيًا،

بينما يخصص اليوم السابع للرى بدون تسميد. وتوزع الأسمدة المخصصة لكل أسبوع على أيام التسميد الستة بأحد النظم التالية:

(١) تخلط جميع الأسمدة المخصصة لليوم الواحد ويسمد بها مجتمعة، وهذا هو النظام المفضل.

(٢) يُخَصّصُ يومان للتسميد الآزوتى، ثم يوم للتسميد الفوسفاتى والبوتاسى ... وهكذا.

(٣) تخصص ثلاثة أيام منفصلة للتسميد الآزوتى، والفوسفاتى، والبوتاسى، ثم تعاد دورة التسميد ... وهكذا.

ولكن يراعى عند التسميد مع ماء الرى — بصورة عامة — عدم الجمع بين أى من أيونى الفوسفات أو الكبريتات وأيون الكالسيوم، لكى لا يترسبا بتفاعلهما مع الكالسيوم.

ويمكن — فى حالة التسميد مع ماء الرى بالتنقيط — استبدال الأسمدة التقليدية بالأسمدة المركبة السائلة، أو السريعة الذوبان إذا كان استخدامها اقتصاديًا، ويتوقف تركيب السماد المستخدم على مرحلة النمو النباتى، حيث يمكن استعمال سماد تركيبة ١٩-٦-٦ خلال الربع الأول من حياة النبات، يستبدل بسماد تركيبة ٢٠-٥-١٥ خلال الربع الثانى من موسم النمو، ثم بسماد تركيبه ١٥-٥-٣٠ إلى ما قبل انتهاء موسم الحصاد بنحو أسبوعين.

يكون استخدام هذه الأسمدة بكميات تفى بحاجة النباتات من عناصر النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم. وكما سبق أن أوضحنا فإن العناصر الغذائية فى تلك الأسمدة تكون جاهزة لامتصاص النبات مباشرة ولا يفقد منها شئ. ولذا.. يمكن — عند استخدامها — خفض كمية عنصرى النيتروجين، والبوتاسيوم الموصى بهما إلى النصف، فيصبحان ٤٠-٥٠ كجم نيتروجينًا، و٤٠-٥٠ كجم K_2O للفدان. أما الفوسفور؛ فتبقى الكمية الموصى بها بعد الزراعة — وهى ٣٠ كجم — كما هى، نظرًا لأن التسميد المنفرد بالفوسفور يكون بحامض الفوسفوريك الجاهز للامتصاص السريع على أية حال.

ويكفى – عادة – نحو كيلوجرام واحد (أو لتر واحد) من تلك الأسمدة المركبة للفدان يوميًا، ثم تزداد الكمية تدريجيًا إلى أن تصل إلى نحو ٣-٤ كجم يوميًا فى منتصف موسم النمو، تتناقص مرة أخرى – تدريجيًا – إلى أن تصل إلى كيلوجرام واحد للفدان يوميًا – مرة أخرى – قبل انتهاء موسم الحصاد بنحو أسبوعين.

وكما فى حالة التسميد بالأسمدة التقليدية.. يلزم تخصيص يوم واحد، أو يومين أسبوعيًا للرى بدون تسميد؛ بهدف خفض تركيز الأملاح فى منطقة نمو الجذور.

ونظرًا لأن غسيل الأسمدة من التربة يمكن أن يحدث عند الرى بالتنقيط؛ لذا.. فإن الأسمدة المضافة فى أى رية يجب ألا تتعرض إلى رى زائد لا فى نفس الرية ولا فى الريات التالية. وتزيد فرصة احتمال غسيل الأسمدة عند زيادة فترة الرية الواحدة عن الساعة ونصف الساعة.

٣- أسمدة عناصر كبرى أخرى تضاف بعد الزراعة:

إن أهم العناصر الكبرى الأخرى – بخلاف عناصر النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم – هى عناصر الكبريت، والمغنيسيوم، والكالسيوم.

أ- الكبريت:

يحصل النبات على حاجته من عنصر الكبريت أساسًا من الكبريت المضاف إلى التربة قبل الزراعة، ومن كبريتات الأمونيوم، وكبريتات البوتاسيوم، وسوبر فوسفات الكالسيوم، والجبس الزراعى (الذى قد يستعمل بغرض خفض pH التربة)، بالإضافة إلى ما يوجد من كبريت بالأسمدة الورقية، وبعض المبيدات. ولا توجد حاجة إلى أية إضافات أخرى من هذا العنصر.

ب- المغنيسيوم:

يحصل النبات على حاجته من المغنيسيوم مما يتوفر من العنصر فى الأسمدة

المركبة، سواء تلك التى تستخدم فى مد النبات بحاجته من العناصر الأولية (النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم) أم الأسمدة الورقية؛ لذا.. لا يحتاج الأمر إلى مزيد من التسميد بالمغنيسيوم إلاّ إذا ظهرت أعراض نقص المغنيسيوم، ويلزم — حينئذ — إضافة كبريتات المغنيسيوم بمعدل ١-٢ كيلوجرام للفدان إما رشًا، وإما مع ماء الرى بالتنقيط، مع تكرار المعاملة أسبوعيًا إلى أن تختفى أعراض نقص العنصر، أو كل أسبوعين طوال موسم النمو.

ج- الكالسيوم:

يحصل النبات على معظم حاجته من الكالسيوم من سوبر فوسفات الكالسيوم، ومن الجبس الزراعى الذى قد تُعامل به التربة، بالإضافة إلى ما يتوفر من العنصر فى الأسمدة المركبة بنوعيها، إلا أن الطماطم تحتاج إلى مزيد من التسميد بالكالسيوم لكى لا تتعرض ثمارها للإصابة بتعفن الطرف الزهرى، وهو عيب فسيولوجى يظهر عند نقص كمية عنصر الكالسيوم التى تصل إلى الثمار.

ويستخدم فى مصر رائق سماد نترات الجير المصرى (عبود) لتزويد الطماطم بعنصر الكالسيوم مع ماء الرى بالتنقيط، لكن يفضل استخدام سماد نترات الكالسيوم النقى عند توفره. ويشترط فى كلتا الحالتين عدم احتواء مياه الرى على كمية كبيرة من الفوسفات أو الكبريتات.

ويكون استعمال أى من السمادين (نترات الجير المصرى أو نترات الكالسيوم النقية) بمعدل ١٥-٢٠ كجم أسبوعيًا، ابتداء من بداية مرحلة عقد الثمار ولمدة ستة أسابيع.

ونظرًا للتوقيت الحرج لإضافة هذا السماد — والذى لا يكون فيه النمو الخضرى الغزير أمرًا مرغوبًا فيه — يفضل خصم كميات النيتروجين التى تضاف فى صورة نترات مع الكالسيوم — والتى تبلغ نسبتها فى كلا السمادين ١٥٪ — من كميات السماد الآزوتى المقرر إضافتها — خلال تلك الفترة فى برنامج التسميد.

ومتى كان هناك تسميد بالكالسيوم، فإنه يتعين إضافة الأسمدة مع ماء الرى فى مجموعتين منفصلتين، حيث تضم إحداهما الأسمدة المحتوية على الكالسيوم، بينما تشتمل الأخرى على الأسمدة التى تحتوى على أيونى الفوسفات أو الكبريتات، لكى لا يترسبا بتفاعلهما مع الكالسيوم.

ويمكن استخدام سماد نترات الكالسيوم النقى، أو رائق نترات الجير المصرى رشًا بتركيز ١٥٠-٣٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء؛ لإمداد النبات بعنصر الكالسيوم اللازم لوقف انتشار ظاهرة تعفن الطرف الزهرى فى الطماطم، مع الاهتمام بتوجيه محلول الرش إلى الثمار، بالإضافة إلى الأوراق.

٤- أسمدة العناصر الصغرى:

إن أهم العناصر الصغرى التى يلزم تسميد نباتات الخضر بها فى الأراضى الصحراوية هى: الحديد، والزنك، والمنجنيز، والنحاس.. وهى العناصر التى تُثبت فى صورة غير ميسرة لامتصاص النبات فى الأراضى القلوية. يتبقى بعد ذلك من العناصر الصغرى عنصران: البورون، وهو يثبت مع ارتفاع رقم pH التربة حتى ٨,٥، ثم يزداد تيسره كثيرًا بعد ذلك، والموليبدنم وهو لا يثبت فى الأراضى القلوية. ونجد — بصفة عامة — أن الأراضى الصحراوية ينخفض محتواها من العناصر الصغرى كما هى الحال بالنسبة للعناصر الكبرى.

وبناء على ما تقدم بيانه .. فإن محاصيل الخضر تستجيب للتسميد بالعناصر الصغرى فى الأراضى القلوية، ولكن عناصر الحديد، والزنك والمنجنيز والنحاس تتعرض للتثبيت إذا كانت إضافتها عن طريق التربة، أو مع ماء الرى، حيث تبقى بالقرب من النقاطات نظرًا لأن جميع الأراضى الصحراوية قلوية. ولذا.. فإنه لا يفضل إضافة هذه العناصر عن طريق التربة إلا فى صورة مخلبية، كما أن ملح الكبريتات لهذه العناصر يمكن إضافته بطريقة الرش بمعدل ١-١,٥ كجم مع ٤٠٠ لتر ماء للفدان. وإذا استخدمت

الصور المخلبية لهذه العناصر رشًا على الأوراق فإنها تستعمل بمعدل ٠,٢٥-٠,٥٠ كجم فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان. أما البورون فإنه يضاف دائمًا فى صورة معدنية على صورة بوراكس إما عن طريق التربة بمعدل ٥-١٠ كجم للفدان، وإما رشًا على الأوراق بمعدل ١-٢,٢٥ كجم فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان.

هذا.. ويمكن استبدال الأسمدة المفردة - التى سبق ذكرها - بالأسمدة المركبة وهى كثيرة جدًا، ويبدأ الرش بها بعد الشتل بنحو ثلاثة أسابيع، ثم يستمر كل ٢-٣ أسابيع إلى ما قبل نهاية الحصاد بنحو ثلاثة أسابيع. وتفيد إضافة اليوريا إلى محلول العناصر الدقيقة - بتركيز ٠,١٪ فى زيادة معدل امتصاص النباتات من هذه العناصر.

ومتى توفرت العناصر الدقيقة فى صورة مخلبية فإنه يكون من الأسهل - والأفضل - إضافتها عن طريق مياه الرى. ويحتاج الفدان - عادة - إلى نحو ٢-٣ لترات من أسمدة العناصر الدقيقة المخلبية تُجزأ على دفعات متساوية كل ثلاثة أسابيع، مع بداية التسميد بها بعد الشتل بنحو أسبوعين، وعلى ألاّ تزيد كمية السماد المستعملة فى كل مرة عن ٣٠٠ مل (سم^{٣}). ويفضل استعمال السماد على دفعات أسبوعية مع مياه الرى، تبدأ بنحو ١٠٠ مل بعد الشتل مباشرة، وتزداد تدريجيًا إلى أن تصل إلى ٣٠٠ مل ابتداء من الأسبوع السابع بعد الشتل، وتستمر على هذا المستوى المرتفع حتى الأسبوع الرابع عشر بعد الشتل؛ لتنخفض بعد ذلك تدريجيًا إلى أن تصل إلى نحو ١٥٠ مل فى الأسبوع الثامن عشر بعد الشتل.

ثانيًا: برنامج التسميد عند اتباع طريقة الرى بالغمر أو بالرش

يؤخذ فى الاعتبار عند تسميد الطماطم فى الأراضى الصحراوية - عند اتباع طريقتى الرى بالغمر أو بالرش - كل ما أسفلنا بيانه عند التسميد فى حالة الرى بالتنقيط، ولكن مع ملاحظة الأمور التالية:

١- زيادة التسميد السابق للزراعة من الفوسفور إلى ٤٥ كجم P_2O_5 للفدان، مع إنقاص الكمية المستخدمة منه - بعد الزراعة - إلى ١٥ كجم P_2O_5 فقط للفدان.

٢- لا يكون لمعدل ذوبان الأسمدة فى الماء أهمية تذكر عند اتباع طريقة الرى بالغمر؛ ولذا.. فإن سماد سوبر فوسفات الكالسيوم يستعمل — فى هذه الحالة — بدلاً من حامض الفوسفوريك بعد الزراعة.

أما عند اتباع طريقة الرى بالرش، فإن معدل ذوبان الأسمدة يبقى أمرًا له أهميته عند اختيار الأسمدة المناسبة للاستعمال؛ ولهذا السبب فإن حامض الفوسفوريك يستعمل كمصدر للفوسفور بعد الزراعة، ولكن مع خفض الكمية المستخدمة منه لما يكفى لإمداد النباتات بنحو ١٥ كجم P_2O_5 للفدان؛ لكى يبقى تركيز الحامض منخفضًا فى مياه الرى، وفى مستوى لا يؤدى إلى تآكل الأجزاء المصنوعة من البرونز والنحاس فى جهاز الرش. ويفضل استخدام الأسمدة الفوسفاتية التى تذوب فى الماء، قبل فوسفات أحادى الأمونيوم، وفوسفات ثنائى الأمونيوم، على أن تؤخذ فى الحسبان كميات النيتروجين التى تُضاف مع تلك الأسمدة الفوسفاتية.

٣- تحسب الكمية اللازمة من جميع الأسمدة لكل أسبوع من موسم النمو — حسب مرحلة النمو النباتى — ثم تضاف بالكيفية التالية:

أ- فى حالة الرى بالغمر:

تخلط الأسمدة معًا وتضف تكبيشًا إلى جانب النباتات، وعلى مسافة حوالى ٧ سم من قاعدتها. وتكون إضافة الأسمدة على فترات أسبوعية أو كل أسبوعين.

ب- فى حالة الرى بالرش:

تخلط الأسمدة معًا وتضاف إما نثرًا حول النباتات، وإما مع ماء الرى، ويكون التسميد مع ماء الرى بالرش بنفس الكيفية التى تتبع عن الرى بالتنقيط.

ويوصى — فى حالة الرغبة فى التسميد مع ماء الرى بالرش — أن يكون ذلك فى النصف الثانى من حياة النبات بعد أن تنتشر الجذور وتشغل نسبة كبيرة من مساحة الحقل، وأن يتم إدخال السماد فى نظام الرى بالرش بطريقة تسمح بتشغيل جهاز الرى

أولاً بدون سماد لمدة تكفى لبل سطح التربة، وبل أوراق النبات، وإلا فُقِدَ السماد بتعمقه فى التربة مع ماء الرى، يلى ذلك إدخال السماد مع ماء الرى لمدة تكفى لتوزيعه بطريقة متجانسة فى الحقل، ويعقب ذلك الرى بالرش بدون تسميد لعدة دقائق؛ والغرض من ذلك هو غسل السماد من على الأوراق، والتخلص من آثاره فى كل جهاز الرى بالرش، كما يساعد هذا الإجراء على تحريك السماد فى التربة.

٤- يمكن استخدام سماد نترات الجير (عبود) كمصدر رئيسى للتسميد بالكالسيوم والنيتروجين. يضاف السماد عن طريق التربة — تكبيشًا — إلى جانب النباتات على ٤ دفعات نصف شهرية، تبدأ عند بداية الإزهار، بمعدل ٢٥ كجم للفدان فى كل مرة. وقد يفيد الرش بنترات الكالسيوم النقية (وهى سريعة الذوبان فى الماء) فى سد حاجة النبات السريعة إلى عنصر الكالسيوم، وهى تستخدم بمعدل ٢,٥ كجم فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان.

٥- يمكن — كذلك — استخدام رائق السوبر فوسفات العادى مع إضافته رشًا على النباتات (وليس مع ماء الرى بالرش) بتركيز ٥٠-٢٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء حسب حاجة النبات، مع تكرار الرش كل أسبوعين حسب الحاجة. كما يمكن استخدام التربل سوبر فوسفات بدلاً من السوبر فوسفات العادى، ولكن بنحو ثلث التركيز المستخدم من السوبر فوسفات العادى.

٦- كما يمكن استخدام رائق سلفات البوتاسيوم بتركيز ١٥٠-٢٥٠ كجم/١٠٠ لتر ماء رشًا على الأوراق خلال مرحلة نضج الثمار.

برنامج تسميد الطماطم فى الأراضى الثقيلة

تضاف الأسمدة العضوية التى أسلفنا بيانها فى حالة الأراضى الرملية مع ٢٠٠ كجم سوبر فوسفات كالسيوم إضافية، مع خلطهما جيدًا قبل قلبهما فى التربة. وفى حالة الزراعة بعد المحاصيل التى تترك مخلفات عضوية عالية فى نسبة ما تحتويه من كربون إلى نيتروجين، مثل مخلفات الأرز والقمح.. يُضاف ١٠٠ كجم من سماد سلفات النشادر لتعويض ما يفقد من نيتروجين بفعل نشاط البكتيريا التى تقوم بتحليل المخلفات العضوية، ولتنشيط هذه البكتيريا.

أما فى حالة عدم إضافة الأسمدة العضوية فى أراضٍ جيرية أو عالية القلوية، فإنه يحسن تقسيم كمية السوبر فوسفات الموضحة أعلاه إلى دفعتين متساويتين، تضاف إحداهما أثناء تجهيز الحقل للزراعة، وتضاف الأخرى عند رية المحاياة. ويفضل كذلك إضافة ١٥٠ كجم كبريت زراعى أثناء تجهيز الحقل للزراعة + ٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم. ولتعظيم الاستفادة من الكبريت يحسن نثره على ريشة الزراعة بعد التخطيط ثم تقليبه فى التربة بالفأس ليكون بعد ذوبانه فى مستوى الجذور؛ علمًا بأن الشتلات تستجيب لإضافة الكبريت حتى ٤٠٠ كجم للفدان. هذا.. ويفضل إجراء رية كدابة قبل رية الشتل والزراعة.

ونظرًا لأن معظم زراعات الطماطم فى الأراضى الثقيلة تروى بطريقة الغمر؛ فإننا نوجه جُلَّ اهتمامنا إلى كيفية التسميد عند الرى بالغمر، مع الإشارة إلى كيفية التسميد — عند اتباع طريقتى الرى بالتنقيط والرى بالرش — فى نهاية هذا الجزء.

أولا: برنامج التسميد عند اتباع طريقة الرى بالغمر

يخصص لكل فدان من الطماطم كميات الأسمدة التالية:

١- حوالى ٢٠-٣٠ م^3 من السماد البلدى (سماد الماشية)، أو نحو ١٥-٢٠ م^3 سمادًا بلديًا مع ١٠ م^3 من سماد مخلفات الدواجن. قد تضاف كل الكمية عند تجهيز الأرض بعد الحرثة الأولى، أو قد تقسم إلى دفعتين متساويتين تضاف إحداهما عند تجهيز الأرض، بينما تضاف الثانية بعد نحو شهر من الشتل فى قناة المصطبة؛ ثم يُردَّم عليها فى العزقة الأولى.

٢- من ٤٥-٦٠ كجم وحدة فوسفور (P_2O_5)، مع إضافة الحد الأقصى عند زراعة الهجن. يستعمل السوبر فوسفات العادى أو السوبر فوسفات الثلاثى كمصدر للفوسفور. قد تضاف كل كمية السماد المخصصة للفدان نثرًا مع السماد العضوى عند تجهيز الأرض بعد الحرثة الأولى، ولكن يفضل تقسيمها إلى دفعتين متساويتين، تضاف إحداهما عند

تجهيز الأرض، بينما تضاف الثانية بعد نحو شهر من الشتل فى قناة المصطبة، ثم يُردم علها فى العزقة الأولى.

٣- من ٨٠ -١٠٠ كجم نيتروجينًا (N)، مع إضافة الحد الأقصى عند زراعة الهجن. تستعمل اليوريا كمصدر للنيتروجين فى بداية حياة النبات وفى الجو البارد، وتستعمل سلفات الألومنيوم فى الدفعات الأولى للاستفادة من تأثيرها الحامضى، ويفضل استعمال نترات الأمونيوم خلال مراحل الإزهار وعقد الثمار، واستعمال نترات الجير المصرى (عبود) خلال المراحل الأولى لعقد الثمار؛ لتوفير الكالسيوم الذى يحتاجه النبات خلال تلك المرحلة؛ لتجنب إصابة الثمار بتعفن الطرف الزهرى.

ونظرًا لسهولة فقد النيتروجين من التربة؛ فإنه يتعين إضافة الكمية المخصصة للفدان فى ثلاث دفعات بمعدل ٢٥-٣٠، و٢٥-٣٥، و ٣٠-٣٥ كجم N للفدان بعد حوالى ٤، و٧، و١٠ أسابيع من الزراعة، مع الترديم عليها أثناء العزيق، ويراعى إضافة الحد الأقصى — فى كل موعد — عند زراعة الهجن.

٤- من ٦٠-٨٠ كجم وحدة بوتاسيوم (K_2O) للفدان، مع إضافة الحد الأقصى عند زراعة الهجن. تستعمل سلفات البوتاسيوم كمصدر للبوتاسيوم، وتفضل إضافة الكمية المخصصة للفدان فى ثلاث دفعات — مع النيتروجين — ولكن بمعدل ١٥-٢٠، و ٢٠-٢٥، و٢٥-٣٥ كجم K_2O_5 للفدان فى الدفعات الثلاث على التوالى.

وبذا.. تكون الكميات المستعملة للفدان من مختلف الأسمدة، ومواعيد إضافتها على النحو التالى:

الموعد	السماد البلدى (م٣)	سماد الدواجن (م٣)	P_2O_5 (كجم)	N (كجم)	K_2O (كجم)
بعد الحرثة الأولى	٧,٥-١٠	٥	٢٢,٥-٣٠	-	-
بعد ٤ أسابيع من الشتل	٧,٥-١٠	٥	٢٢,٥-٣٠	٢٥-٣٠	١٥-٢٠
بعد ٧ أسابيع من الشتل	-	-	-	٢٥-٣٥	٢٠-٢٥
بعد ١٠ أسابيع من الشتل	-	-	-	٣٠-٣٥	٢٥-٣٥
الإجمالى	١٥-٢٠	١٠	٤٥-٦٠	٨٠-١٠٠	٦٠-٨٠

وبالإضافة إلى الأسمدة التى تقدم بيانها.. فإن نباتات الطماطم تُعطى ثلاث رشات بأسمدة العناصر الصغرى الورقية بعد نحو ٤، و٧، و١٠ أسابيع من الشتل. يتراوح تركيز محلول الرش — عادة — بين ١,٠٪، و١٥,٠٪، ويلزم للفدان حوالى ٢٠٠، و٣٠٠، و٤٠٠ لتر من محلول الرش فى الرشات الثلاث على التوالى.

ولقد اقترح مركز البحوث الزراعية (٢٠١٣) برنامج التسميد الموضح فى جدول (٦-٥) فى الأراضى السوداء التى تروى بالغمر.

جدول (٦-٥): نظام لتسميد الطماطم (بالكيلوجرام للفدان) فى الأراضى السوداء التى تُروى بالغمر.

موعد التسميد	الأصناف والهجن المبكرة ذات العقد المركز	الأصناف والهجن القوية ذات العقد الممتد
أمام رية المحاياة بعد الشتل بنحو ١٥-٢٠ يومًا	١٥٠ كجم سلفات نشادر + ٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم	٢٠٠ كجم سلفات نشادر + ١٠٠ كجم سلفات بوتاسيوم
بعد الشتل بنحو ٤٥-٥٠ يومًا	٢٠٠ كجم سلفات نشادر + ١٠٠ كجم سلفات بوتاسيوم	٢٥٠ كجم سلفات نشادر + ١٠٠ كجم سلفات بوتاسيوم
بعد الشتل بنحو ٧٠-٧٥ يومًا	٢٠٠ كجم نترات الجير أو ١٠٠ كجم نترات نشادر	٣٠٠ كجم نترات الجير أو ١٥٠ كجم نترات نشادر
بعد ٩٠ يومًا من الشتل	١٠٠ كجم نترات الجير أو ٥٠ كجم نترات نشادر	٢٠٠ كجم نترات نشادر + ١٠٠ كجم سلفات بوتاسيوم
بعد الجمعة الثانية	-	٢٠٠ كجم نترات الجير أو ١٠٠ كجم نترات نشادر

كما اقترحت شركة ساكاتا للبذور برنامج التسميد التالى لهجن الطماطم فى الأراضى السوداء:

- قبل الزراعة: ٢٠-٣٠ م^{٣} سماد عضوى + ٣٠٠ كجم سوبر فوسفات + ١٠٠ كجم كبريت زراعى.

- أثناء النمو فى الحقل:

١- بعد الشتل وحتى ٣٠ يوم من الشتل: ١٥٠ كجم سلفات نشادر + ١٠٠ كجم

يوريا + ٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم.

٢- خلال فترة الـ ٣٠-٧٥ يومًا التالية للشتل: ١٥٠ كجم نترات نشادر + ١٠٠ كجم سلفات بوتاسيوم + ١٠٠ كجم نترات كالسيوم.

٣- بعد الجمعة الأولى: ٥٠ كجم نترات نشادر + ١٠٠ كجم سلفات بوتاسيوم + ٥٠ كجم نترات كالسيوم.

ثانيا: برنامج التسميد عند اتباع طريقة الرى بالتنقيط أو بالرش

عند رى الطماطم فى الأراضى الثقيلة بطريقة التنقيط، أو بالرش فإن النباتات تُعطى برنامجًا للتسميد يتساوى — من حيث كميات العناصر السمادية المستعملة — مع الكميات المستعملة فى حالة الرى بالغمر فى الأراضى الثقيلة، ويتشابه — من حيث نوعيات الأسمدة المستخدمة، ومواعيد وطرق إضافتها — مع ما سبق بيانه بالنسبة لهذه الأمور فى حالتى الرى بالتنقيط وبالرش — على التوالى — فى الأراضى الصحراوية. هذا.. ويمكن فى حالة الرى بالرش — إضافة الأسمدة المقرر إضافتها إلى التربة مباشرة (وليس مع مياه الرى) فى عدد أقل من الدفعات، كما فى حالة الرى بالغمر. أما فى حالة إضافة الأسمدة مع مياه الرى بالرش فلابد من الاستمرار فى توزيعها على عدة دفعات، لكى تكون بتركيزات منخفضة لا تحدث ضررًا للنباتات.

ولقد اقترح مركز البحوث الزراعية (٢٠١٣) برنامج التسميد التالى للطماطم فى الأراضى الرملية عند إجراء الرى بطريقة التنقيط.

أولاً: فى حالة استعمال الأسمدة البسيطة (المعدلات للفدان):

١- ابتداء من بعد استقرار الشتلة وحتى ٣٠ يومًا من الشتل يكون التسميد كما يلى:

اليوريا بمعدل ٢ كجم مرة واحدة أسبوعيًا.

سلفات النشادر بمعدل ٣ كجم أربع مرات أسبوعيًا.

سلفات البوتاسيوم بمعدل ٣ كجم مرتان أسبوعيًا.

حامض الفوسفوريك بمعدل ٢,٥ كجم مرتان أسبوعيًا.

٢- خلال الشهر الثانى بعد الشتل يكون التسميد كما يلى:

نترات النشادر بمعدل ٤-٥ كجم ثلاث مرات أسبوعيًا.

سلفات البوتاسيوم بمعدل ٦ كجم مرتان أسبوعيًا.

حامض الفوسفوريك بمعدل ٢ كجم مرتان أسبوعيًا.

٣- بعد شهرين من الشتل وحتى قبل توقف الحصاد بعشرة أيام يكون التسميد كما يلى:

نترات النشادر بمعدل ٦ كجم مرتان أسبوعيًا.

نترات كالسيوم بمعدل ٥ كجم مرة واحدة أسبوعيًا.

سلفات البوتاسيوم بمعدل ٨ كجم ثلاث مرات أسبوعيًا.

حامض الفوسفوريك بمعدل ١,٥ كجم مرتان أسبوعيًا، مع وقف التسميد بالفوسفور عند بداية الحصاد.

٤- بعد حصاد نحو ٤٠٪ - ٥٠٪ من المحصول المتوقع تُخَفّض كميات الأسمدة المبينة تحت (٣) تدريجيًا إلى أن يُوقف التسميد تمامًا قبل انتهاء الحصاد بنحو ١٠ أيام.

ثانيًا: فى حالة استعمال الأسمدة المركبة (المعدلات للفدان):

١- ابتداء من بعد استقرار الشتلة وحتى ٣٠ يومًا من الشتل يكون التسميد كما يلى:

سماد مركب ١٩-١٩-١٩ أو ٢٠-٢٠-٢٠ بمعدل ٤ كجم أربع مرات أسبوعيًا.

٢- خلال الشهر الثانى بعد الشتل يكون التسميد كما يلى:

سماد مركب ١٩-١٩-١٩ أو ٢٠-٢٠-٢٠ بمعدل ٦ كجم + ٤ كجم سلفات بوتاسيوم ثلاث مرات أسبوعيًا،

أو سماد مركب ١٩-١٩-١٩ أو ٢٠-٢٠-٢٠ بمعدل ٤ كجم ثلاث مرات أسبوعيًا + سماد مركب ١٣-٣-٤٣ بمعدل ٤ كجم ٣ مرات أسبوعيًا.

٣- بعد شهرين من الشتل وحتى قبل توقف الحصاد بعشرة أيام يكون التسميد كما يلى:

سماد مركب ١٩-١٩-١٩ أو ٢٠-٢٠-٢٠ بمعدل ٨ كجم + سلفات بوتاسيوم بمعدل ٦ كجم ٣-٤ مرات أسبوعيًا،

أو سماد مركب ١٩-١٩-١٩ أو ٢٠-٢٠-٢٠ بمعدل ٦ كجم + سماد مركب ١٣-٣-٤٣ بمعدل ٦ كجم ٣-٤ مرات أسبوعيًا.

٤- بعد حصاد نحو ٤٠٪ -٥٠٪ من المحصول المتوقع تُخفَّض كميات الأسمدة المبينة تحت (٣) تدريجيًا إلى أن يوقف التسميد تمامًا قبل انتهاء الحصاد بنحو ١٠ أيام.

وقد تزداد كميات الأسمدة البسيطة والمركبة المستعملة عن تلك المبينة أعلاه حسب مدى قوة الهجن المزروعة ومدة بقائها فى الأرض، وكذلك فى حالة الزراعة السلكية.

ولقد اقترحت شركة ساكاتا للبذور برنامج التسميد التالى للطماطم فى الأراضى الرملية عند إجراء الرى بطريقة التنقيط:

• قبل الزراعة: ٢٠-٣٠ م٣ سماد بلدى + ٣٠٠ كجم سوبر فوسفات + ١٠٠ كجم كبريت زراعى + ١٠٠ كجم سلفات بوتاسيوم.

• أثناء النمو فى الحقل.. يُعطى برنامج التسميد التالى ٤ مرات أسبوعيًا، بالإضافة إلى ١٠ كجم نترات كالسيوم مرة واحدة أسبوعيًا للفدان:

١- من الشتل حتى بداية التزهير: سماد ١٩-١٩-١٩ بمعدل ٥ كجم + ٢٥٠ جم سلفات مغنيسيوم + ١٥٠ جم عناصر صغرى.

٢- من بداية التزهير حتى بداية الحصاد: سماد ١٩-١٩-١٩ بمعدل ٣ كجم + سماد ١٢-١٢-٣٦ بمعدل ٥ كجم + ٥٠٠ جم سلفات مغنيسيوم + ٢٥٠ جم عناصر صغرى.

٣- من بداية الحصاد ولمدة أسبوعين: سماد ١٩-١٩-١٩ بمعدل ٣ كجم + سماد ١٢-١٢-٣٦ بمعدل ٣ كجم + ٢٥٠ جم سلفات مغنيسيوم + ١٥٠ جم عناصر صغرى.

ويراعى فى تسميد الطماطم فى الأراضى الرملية التى تروى بالتنقيط، ما يلى:

١- يُسمد بنترات الكالسيوم تكبيشًا بمعدل ١٥٠ كجم للفدان تضاف فى ثلاث دفعات بدءًا من بعد العقد مباشرة، ثم كل ١٥ يومًا، وتكون إضافتها بجوار النقاطات، أو قد تُضاف من خلال السمادة بمعدل ٦ كجم مرة واحدة أسبوعيًا بدءًا من بداية العقد وحتى بداية الحصاد. وقد يُستخدم أى سماد ورقى غنى بالكالسيوم مرة كل ١٠ أيام خلال نفس الفترة.

٢- يُسمد بالعناصر الصغرى إما رشًا على المجموع الخضرى أربع مرات بدءًا من نهاية الشهر الأول بعد الشتل، ثم كل ١٥ يومًا، وذلك بمعدل ١٠٠ جم من كل من عناصر الحديد والزنك والمنجنيز فى صورة مخلبية + ٢٥ جم نحاس لكل ١٠٠ لتر ماء، وإما أن يكون التسميد مع ماء الرى بالتنقيط أربع مرات كذلك فى نفس التوقيتات السابق ذكرها، وذلك بمعدل ٢٥٠ جم من كل من سلفات الحديد وسلفات الزنك وسلفات المنجنيز + ٥٠ جم نحاس. تضاف تلك الكميات مع ماء الرى فى يوم لا يكون فيه تسميد بعناصر أخرى. ولا يُفضل التسميد بالعناصر الصغرى عن طريق السمادة فى الأراضى عالية القلوية أو العالية فى محتواها من الجير، وإنما يكون التسميد فيها عن طريق الرش.

٣- إذا زادت ملوحة مياه الرى عن ٢٠٠٠ جزء فى المليون (EC: ٣,١ مللى موز/سم) يُفضل التسميد باليوريا كمصدر للآزوت، مع تقسيم كميات الأسمدة المستعملة

على ست مرات أسبوعيًا بدلاً من خمس، ومع مراعاة التغذية بالأحماض الأمينية والزنك المخلبى.

٤- التسميد بالكبريت بمعدل ١٠٠-١٥٠ كجم للفدان تكبيشًا عند بداية التزهير فى الأراضى العالية القلوية (مركز البحوث الزراعية ٢٠١٣).

تحسين النمو والإثمار ومكافحة أمراض ما بعد الحصاد بالمعاملة بالمورينجا وزيت الأوريجانو

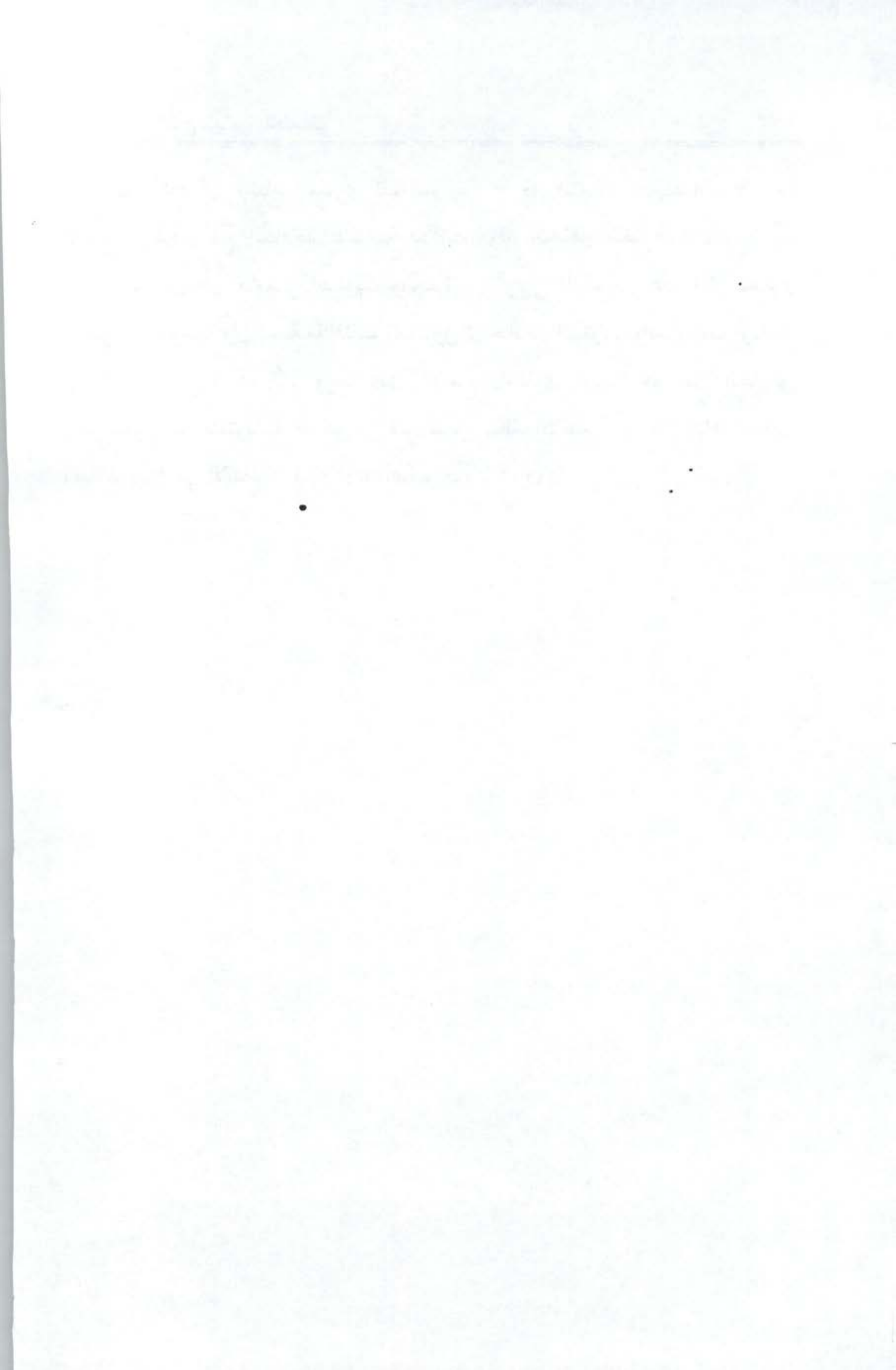
أحدث رش نباتات الطماطم الشيرى مرتين شهريًا بمستخلص أوراق المورينجا (وهى: *Moringa oleifera*) بتركيز ٣,٣٪ (وزن/حجم) زيادة جوهرية جدًا فى عدد الفروع والأزهار، مقارنة بما أحدثته معاملة الكنترول. كذلك أنتجت معاملة الجذور مرتين شهريًا بمستخلص أوراق المورينجا أو بالـ trans-zeatin أكبر عدد من الثمار/نبات وكانت الزيادة جوهرية جدًا، مقارنة بما أنتجته معاملة الكنترول (Basra & Lovatt ٢٠١٦).

كما أحدثت معاملة نباتات الطماطم خلال مرحلة الإثمار — قبل الحصاد — بزيت الأوريجانو oregano الأساسى فى بوليمر مكوِّن لغشاء مغلف film-formin dispersions (أساسه بوليمرات بيولوجية من الشيتوسان أو الميثيل سيليلوز nethylcellulase).. أحدثت مكافحة فعَّالة للفطر *Rhizopus stolonifer* بالثمار (Perdones وآخرون ٢٠١٦).

مقارنة الزراعة العضوية بالتقليدية

بدا أن الزراعة العضوية تتفوق فى المحصول على الزراعة التقليدية فى الأراضى الرملية، وليس فى الأراضى الطميية، وخاصة عند ضعف التسميد الآزوتى وقلة مياه الرى، ولكن توقف حدوث هذا التفوق ومداه على الصنف المستخدم فى الزراعة وعلى موسم الزراعة، كما لم يحدث تحسُّن فى نوعية الثمار فيما يتعلق بمحتواها من المواد المضادة للأكسدة إلاّ فى أصناف دون غيرها وفى مواسم معينة (De Pascale وآخرون ٢٠١٦).

ولقد وُجد أن الإنتاج العضوى للطماطم يقل — فى المتوسط — بمقدار ٣٦٪ عن الإنتاج التقليدى مع المكافحة المتكاملة للآفات. وقد انخفض محتوى الثمار المنتجة عضويًا من كل من حامضى الستريك والجلوتامك. وعلى الرغم من عدم تأثر محتوى السكريات جوهريًا فإن نسبة مكافئات السكروز إلى حامض الستريك والجلوتامك ازدادت فى الثمار المنتجة عضويًا. وربما أدى الإنتاج العضوى لزيادة كل من الجلوكوز والفراكتوز. أما مستويات الليكوبين فلم تتأثر بنظام الإنتاج، بينما ازداد محتوى البيتاكاروتين فى الإنتاج العضوى (Lahoz وآخرون ٢٠١٦).



الفصل السابع

الحصاد والتداول والتخزين

مراحل تكوين ونضج الثمار

تمر ثمار الطماطم حتى نضجها بالأطوار التالية:

١- الثمار الخضراء غير المكتملة التكوين Immature Green:

من أهم مواصفات الثمار الخضراء غير المكتملة التكوين أن المادة شبه الجيلاتينية لا تكون قد ظهرت فى أى من مساكن الثمرة. كما لا تكون البذور قد اكتمل تكوينها. وإذا قطعت الثمرة بسكين حاد فإن البذور تقطع ولا تنزلق. وتلزم مدة تزيد عن ١٠ أيام، فى حرارة ٢٠°م، وهى على النبات لوصول هذه الثمار إلى طور بداية التلوين Breaker Stage. أما إذا قطفت وهى فى هذا الطور، فإنها لا تتلون.

٢- طور الثمار الخضراء المكتملة التكوين جزئيًا Partially Mature Green:

تتميز الثمار فى هذا الطور بتكوّن المادة شبه الجيلاتينية فى مسكن واحد على الأقل، دون أن تظهر فى كل مساكن الثمرة، وتكون البذور مكتملة التكوين. وتحتاج هذه الثمار إلى ٥-١٠ أيام - فى حرارة ٢٠°م - حتى تصل إلى طور بداية التلوين وهى على النبات، وإذا قطفت الثمار - وهى فى هذا الطور - فإنها لا تتلون بصورة جيدة، وتصبح صلبة وجلدية عند إنضاجها صناعيًا.

٣- طور الثمار الخضراء مكتملة التكوين Typical Mature Green:

تتميز الثمرة فى هذا الطور باكتمال نموها وتظهر عليها ندبة فلينية بنية فى موضع اتصالها بالعنق، كما يتغير لون الطرف الزهرى فيها من الأخضر الفاتح إلى الأخضر الباهت، أو الأخضر الضارب إلى الأصفر قليلاً، وتكون الثمرة لامعة فى هذه المنطقة. تكون البذور مكتملة التكوين، ومحاطة جيدًا بالمادة شبه الجيلاتينية فى جميع المساكن،

فتنزلق عند محاولة مسكها بين الأصابع، كما تنزلق البذور ولا تقطع عند قطع الثمرة بسكين حاد. تحتاج هذه الثمار إلى ١–٥ أيام – فى حرارة ٢٠°م – حتى تصل إلى طور بداية التلوين، سواء أكان ذلك قبل الحصاد أم بعده.

٤– طور الثمار الخضراء مكتملة التكوين المتقدم Advanced Mature Green :

تتشابه الثمار فى هذا الطور مع الثمار الخضراء فى طور اكتمال التكوين، فيما عدا ظهور بعض التلون الأحمر الداخلى. وتحتاج هذه الثمار إلى يوم واحد – فى حرارة ٢٠°م – لكى تصل إلى طور بداية التلوين (Grierson & Kader ١٩٨٦).

٥– طور بداية التلوين Breaker :

تظهر بداية التلوين بوضوح فى هذا الطور، فيتغير لون الطرف الزهرى من الأخضر إلى الأصفر المخضر أو الوردى، أو الأحمر، ولا تزيد مساحة الجزء المتلون عن ١٠٪ من مساحة الثمرة.

٦– طور التحول Turning :

تسمى الثمار فى هذا الطور فى مصر بـ "المخوصة". يظهر على الثمار فى هذا الطور تحول واضح إلى اللون الأصفر المخضر أو الوردى، أو الأحمر، أو خليط من هذه الألوان فى مساحة ١٠٪ – ٣٠٪ من سطح الثمرة، ويكون التلون أكثر اكتمالاً وتركيزًا فى الطرف الزهرى، بينما يظل باقى الثمرة باللون الأخضر الفاتح.

٧– الطور الوردى Pink :

يتحول فيه من ٣٠٪ إلى ٦٠٪ من سطح الثمرة إلى اللون الوردى أو الأحمر.

٨– طور النضج الأحمر الفاتح Light Red :

تصل فيه المساحة الملونة باللون الأحمر الوردى، أو الوردى إلى ٦٠٪ –٩٠٪ من سطح الثمرة.

٩- طور النضج الأحمر Red أو التام:

تتراوح فيه المساحة الملونة باللون الأحمر من ٩٠٪ -١٠٠٪ من سطح الثمرة.

١٠- طور النضج الزائد Over Ripe:

يبدأ هذا الطور بعد انتهاء تلوين الثمرة، وأهم ما يميزه بداية فقد الثمار لصلابتها.

هذا.. وعادة ما تصل الثمار إلى طور اكتمال التكوين الأخضر بعد نحو ٣٥-٤٥ يومًا من التلقيح بينما يستغرق وصولها إلى طور النضج الأحمر ٤٥-٦٠ يومًا من التلقيح (Lorenz & Marnard ١٩٨٠)، حيث تزداد المدة مع انخفاض درجة الحرارة، وتكون المدة الطويلة فى الجو المائل للبرودة. أما فى الجو البارد، فإن نضج الثمار يستغرق فترات أطول من ذلك، بينما يتوقف النضج تمامًا فى الجو شديد البرودة.

ولدرجة الحرارة شديدة الارتفاع تأثير سلبى على تلون ثمار الطماطم، مثلما للحرارة شديدة الانخفاض.

فيمكن لثمار الطماطم الخضراء التى تعرضت لحرارة ٤٠ °م لمدة لا تزيد عن يوم واحد، أو لحرارة ٣٥°م لمدة لا تزيد عن يومين أن تتلون بصورة طبيعية إذا تعرضت بعد ذلك - مباشرة - لحرارة ٢٥ °م، ولكنها تبقى خضراء اللون إذا ظلت فى الحرارة العالية (٣٥° أو ٤٠°م)، أو إذا نقلت بعد معاملة الحرارة العالية إلى ٣٠°م (Inaba & Chachin ١٩٩٨).

ويبين جدول (٧-١) عدد الأيام التى تلزم لتحول ثمار الصنف فى إف ١٤٥- بى - ٧٨٧٩ من أحد أطوار التكوين لأطوار أخرى أكثر تقدمًا.

هذا.. إلا أن تلك التغيرات الطبيعية لا تحدث فى طفرات الطماطم rin، و Nr، وnor كما يتبين من جدول (٧-٢).

جدول (٧-١): عدد الأيام اللازمة لتحول ثمار الصنف فى إف ١٤٥- بى- ٧٨٧٩ من أحد أطوار التكوين لأطوار أخرى أكثر تقدمًا.

طور التكوين والنضج	عدد الأيام لحين وصول الثمار إلى طور النضج الوردي	عدد الأيام لحين وصول الثمار إلى طور النضج الأحمر
ثمار خضراء ناضجة جزئيًا	١١	١٨
طور النضج الأخضر التام	٧	١٤
طور النضج الوردى	–	٧

جدول (٧-٢): خصائص النضج فى ثمار طفرات الطماطم rin، وNr، و nor مقارنة بالنضج فى الثمار العادية (عن Wills ١٩٩٨).

الطفرة	خصائص النضج
Ripening inhibitor (rin)	نمو طبيعى – تتحول بطيئًا إلى اللون الأصفر الشاحب – يقل إنتاجها كثيرًا من الإثيلين – لا تفقد صلابتها بصورة تذكر – يقل فيها كثيرًا نشاط الإنزيم بولى جالاكتيرونيز – لا تنضج بعد معاملتها بالإثيلين – يؤدى تعريضها لتركيز عالٍ من الأكسجين إلى تلونها بالوردى
Never Ripe (Nr)	نمو طبيعى – تتحول بطيئًا إلى اللون الأحمر البرتقالى – لا تفقد صلابتها إلاّ بصورة محدودة – يقل إنتاجها للإثيلين – يقل فيها نشاط البولى جالاكتيرونيز – يقل فيها تمثيل الليكوبين.
Non ripening (nor)	أكثر انحرافًا عن النضج الطبيعى عن rin لونها النهائى أصفر قاتم – إنتاجها من الإثيلين منخفض جدًا – يقل فيها نشاط البولى جالاكتيرونيز عن ١٪ من نشاطه فى الثمار غير الطفرية – يؤدى تعرض النباتات لملوحة عالية إلى إسراع نضج الثمار وإلى ظهور لون برتقالى قاتم مع بعض الفقد فى الصلابة.

التغيرات المصاحبة لنضج الثمار

يصاحب نضج ثمار الطماطم، وانتقالها من مرحلة اكتمال النمو وهى خضراء إلى طور النضج الأحمر حدوث تغيرات فى مكونات الثمار تؤثر فى خصائصها، وفى صفات الجودة بها، وتكون بصورة تدريجية، وهى كما يلى:

١- فقد الكلوروفيل.

٢- زيادة محتوى الثمار من الصبغات، مثل الليكوبين، والبيتاكاروتين.

٣- تحلل النشا، وتكوين الجلوكوز والفراكتوز، وزيادة نسبة السكريات، ولكن مع انخفاض فى تركيز كل من الجالاكتوز galactose والأرابينوز arabinose (Gross & Wallner ١٩٧٩).

٤- زيادة معدل التنفس حتى مرحلة النضج الوردى — التى تتوافق مع الكلايمكترك Climacteric — ثم انخفاضه قليلاً بعد ذلك. وقد كان يُعتقد أن ثمار الطماطم المقطوفة — فقط — هى التى تظهر بها الزيادة الحادة فى معدل التنفس التى تصاحب مرحلة الكلايمكترك؛ الأمر الذى حدا بالبعض إلى القول بأن ثمار الطماطم ليست كلايمكتيرية، إلا أن Andrews (١٩٩٥) وجد أن معدل تنفس ثمار الطماطم يزداد أثناء نضجها بمقدار ١٠٠٪ سواء أكانت الثمار مفصولة عن النبات، أم متصلة به.

٥- زيادة إنتاج الثمار من غاز الإثيلين.

٦- انخفاض pH الثمار إلى أدنى مستوى له (حوالى ٤,١) فى طور بداية التلون، ثم ارتفاعه إلى أن يصل إلى أعلى مستوى له (حوالى ٤,٥) فى طور النضج الأحمر.

٧- نقص صلابة الثمار.

٨- زيادة محتوى الثمار من البكتينات الذائبة soluble pectins.

٩- زيادة نشاط إنزيم البولى جالاكتيورونيز Polygalacturonase، وهو الإنزيم الرئيسى المسئول عن طراوة الثمار أثناء نضجها.

١٠- زيادة تركيز حامض الجلوتامك glutamic acid.

١١- إنتاج المركبات المسئولة عن النكهة المميزة للطماطم.

١٢- ارتفاع محتوى الثمار من حامض الأسكوربيك (فيتامين ج) ابتداءً من طور النضج الوردى.

١٣- زيادة نسبة حامض الستريك إلى حامض الماليك.

١٤- زيادة محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية.

١٥- تحلل المادة القلوية السامة ألفاتوماتين ∝-tomatine.

ويبين جدول (٧-٢) التغيرات التى تحدث فى محتوى ثمار الطماطم - من مختلف المركبات - أثناء نضجها.

جدول (٧-٢): التغيرات الكمية التى تحدث فى محتوى ثمار الطماطم من مختلف المركبات الكيميائية أثناء نضجها[أ] (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤).

المحتوى[ب]	مرحلة نمو ونضج الثمرة				
	الأخضر المكتمل النمو	بداية التلوين	الوردى	الأحمر	الأحمر التام
المادة الجافة (٪)	٦,٤٠	٦,٢٠	٥,٨١	٥,٨٠	٦,٢٠
الحموضة المعايرة (٪)	٠,٢٨٥	٠,٣١٠	٠,٢٩٥	٠,٢٧٠	٠,٢٨٥
الأحماض العضوية (٪)	٠,٠٥٨	٠,١٢٧	٠,١٤٤	٠,١٦٦	٠,١٩٤
حامض الأسكوربيك (مجم ٪)	١٤,٥	١٧,٠	٢١,٠	٢٣,٠	٢٢,٠
الكلوروفيل (مجم ٪)	٤٥,٠	٢٥,٠	٩,٠	صفر	صفر
بيتاكاروتين (مجم٪)	٥٠,٠	٢٤٢,٠	٤٤٣,٠	-	-
الليكوبين (مجم٪)	٨,٠	١٢٤,٠	٢٣٠,٠	٣٧٤,٠	٤١٢,٠
السكريات المختزلة (٪)	٢,٤٠	٢,٩٠	٣,١٠	٣,٤٥	٣,٦٥
البكتينات (٪)	٢,٣٤	٢,٢٠	١,٩٠	١,٧٤	١,٦٢
النشا (٪)	٠,٦١	٠,١٤	٠,١٤	٠,١٨	٠,٠٧
المركبات المتطايرة (جزء فى البليون)	١٧,٠	١٧,٩	٢٢,٣	٢٤,٦	٣١,٢
المركبات المختزلة القابلة للتطاير (جزء فى البليون)	٢٤٨,٠	٢٩٠,٠	٢٥١,٠	٢٧٨,٠	٤٠٠,٠
الأحماض الأمينية (مول٪)	-	٢٣٥٨,٠	٣٢٥٩,٠	٢٩٤١,٠	٢٧٢٣,٠
النيتروجين البروتينى (مجم نيتروجين لكل جم وزن جاف)	٩,٤٤	١٠,٠٠	١٠,٢٧	١٠,٢٧	٦,٩٤

(أ) أُخذت جميع القياسات على الصنف فيربول Fireball، فيما عدا تقدير محتوى الأحماض الأمينية الذى سُجِّل على الصنف موسكو Moscow.

(ب) كانت جميع التقديرات على أساس الوزن الطازج إلا فى الحالات المحددة بغير ذلك.

تعد نسبة محتوى ثمرة الطماطم من المواد الصلبة إلى حموضتها المعايرة، أو أى من هذين المحتويين خصائص مهمة فى تحديد مذاق الطماطم. والسكريات الرئيسية هى الجلوكوز والسكروز بكميات متساوية تقريبًا، بينما حامضى الستريك والماليك هما الحامضان العضويان الرئيسيان، مع سيادة حامض الستريك. ولقد أمكن التعرف على أكثر من ٤٠٠ مركب متطاير فى ثمار الطماطم كان لنحو ١٦ مركبًا منها رائحة تدل على أنها يمكن أن تُسهم فى إضفاء النكهة المميزة للطماطم، ولكن دون أن ينفرد أى منها بإضفاء صفة النكهة.

ويمكن إيجاز أهم التغيرات التى تطرأ على محتوى ثمار الطماطم من مختلف المواد الكربوهيدراتية والإنزيمات التى تنظم تلك التغيرات – أثناء نضج الثمار – فيما يلى:

١– اختفاء النشا كلية – تقريبًا – فى مرحلة النضج.

٢– ازدياد محتوى الثمار من السكريات الكلية والمختزلة بمقدار خمسة أضعاف، وذلك من مرحلة قبل النضج إلى مرحلة النضج.

٣– انخفاض محتوى الثمار من السكريات غير المختزلة أثناء النضج.

٤– انخفاض نشاط الإنزيم sucrose synthase بشدة وبصورة متوازية مع الانخفاض فى مستوى النشا فى الثمار خلال مراحل نموها.

٥– لا يحدث تغير فى نشاط الإنفرتيز invertase (يسمى حاليًا: (beta)-fructoturanosidase).

٦– ينخفض محتوى الـ hemicellulose الكلى كثيرًا من ١٦٪ إلى ٥,٥٪ أثناء النضج، بينما لا يحدث تغير واضح فى محتوى عديدات التسكر الأخرى بالجدر الخلوية.

٧– يزداد نشاط الـ polygalacturonase بمقدار خمسة أضعاف أثناء النضج.

٨– يبقى نشاط الـ cellulose ثابتًا أثناء النضج (Singh وآخرون ٢٠٠٠).

تأثير مرحلة تكوين ونضج الثمار عند الحصاد على المحصول وصفات الجودة

إن الطماطم التى تقطف قبل اكتمال نضجها، ثم تكمل نضجها بعد الحصاد على ٢٠°م لا تكون بنفس جودة الثمار التى تقطف وهى حمراء مكتملة النضج، حيث تكون أقل منها حلاوة، وأكثر حموضة، ولا يظهر بها "طعم الطماطم" بنفس قوة ظهوره فى الطماطم التى تقطف حمراء، كما يظهر طعم غير عادى غير مرغوب فيه (Kader وآخرون ١٩٧٧).

كذلك كانت ثمار عدد من أصناف الطماطم الشيرى أعلى فى كل من الـ pH ومحتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية، والجلوكوز، والفراكتوز، والسكروز عندما تركت لتنضج على النبات عما لو كان حصادها فى طور التحول وتركت لتنضج فى المخزن (Yu وآخرون ١٩٩٧).

وعلى الرغم من ذلك، فإن معظم مساحات الطماطم المخصصة للاستهلاك الطازج فى الولايات المتحدة تحصد بعد اكتمال نمو ثمارها وهى خضراء، أو وهى فى مرحلة التحول كحد أقصى. والهدف من ذلك أن تصل الثمار إلى المستهلك قبل أن تصبح زائدة النضج، وألا تتعرض للتهتك أثناء شحنها وتداولها. كذلك فإن حصاد الثمار وهى خضراء ناضجة يقلل عدد المرات التى تلزم لحصاد المحصول إلى مرتين أو ثلاث مرات فقط، مقارنة بنحو ٦-٨ مرات عند حصادها فى طور النضج الوردى.

ونظرًا لأنه لا يمكن التأكد من وصول الثمرة إلى مرحلة اكتمال النمو — وهى خضراء — إلا بعد قطعها بالسكين لرؤية المشيمة الجيلاتينية المحيطة بالبذور؛ لذا.. يوصى بالانتظار لحين وصول نسبة بسيطة من الثمار إلى مرحلة النضج الوردى، حيث تحصد — حينئذ — كل ثمار العنقود الأول — أو كل الثمار التى لا تقل عن حجم معين. ويترتب على ذلك أن نسبة من الثمار التى يتم حصادها على اعتبار أنها خضراء مكتملة التكوين تكون غير مكتملة النمو. ولا تتلون بصورة طبيعية بعد قطفها، أو تكون رديئة النوعية عند نضجها.

وقد وجد Davis & Gardner (١٩٩٤) أن حصاد ثمار الاستهلاك الطازج وهى خضراء مكتملة النمو يكون مصاحبًا بنقص معنوى فى المحصول. وفى متوسط وزن الثمرة، مقارنة بحصادها فى النضج الوردى. ولم يكن لمرحلة التكوين والنضج أية تأثيرات على معدلات الإصابة بمختلف العيوب الفسيولوجية باستثناء تشققات الثمار التى ازدادت نسبتها فى الثمار التى حصدت فى طور النضج الوردى، مقارنة بتلك التى حصدت وهى خضراء مكتملة النمو. وقد ترتب على ذلك تساوى مرحلتى النضج — عند الحصاد — فى كمية المحصول الخالى من التشققات. هذا.. إلا أن الحجم الأكبر للثمار التى تحصد وهى فى مرحلة النضج الوردى يعنى حصول المنتج على سعر أعلى فيها، مقارنة بسعر بيعه للثمار التى تحصد وهى خضراء مكتملة التكوين، والتى تكون أصغر حجمًا.

مراحل التكوين والنضج المناسبة للحصاد لكل من التصدير والاستهلاك المحلى والتصنيع

عند اختيار مرحلة النمو والنضج المناسبة للحصاد تجب مراعاة ما يلى:

١- الثمار الخضراء غير مكتملة التكوين: لا تصلح للقطف، ولا تتلون بعد الحصاد.

٢- الثمار الخضراء مكتملة التكوين جزئيًا: لا تصلح أيضًا، ولا تتلون بصورة جيدة بعد الحصاد، ولا تكتسب الخصائص الجيدة الصالحة للأكل، حتى لو أُنضجت صناعيًا.

٣- الثمار الخضراء مكتملة النمو: تتلون باللون الأحمر التام بعد قطفها بنحو ١٨ يومًا فى الجو الدافئ، وتكون خصائصها الصالحة للأكل جيدة عند اكتمال نضجها. تصلح للتصدير إلى مسافات بعيدة.

إن الحد الأدنى لمرحلة اكتمال التكوين الذى يمكن **أن تقطف عنده ثمار الطماطم هو** هذا الطور الذى يعرف أيضًا بالاسم Mature Green 2، وفيه يكون قد اكتمل تكوين البذور، ولا تقطع فيه البذور عند قطع الثمار بشفرة حادة، ويكون قد تقدم تكوين الجل فى مسكن واحد — على الأقل — من مساكن الثمرة، بينما يكون الجل فى طريقه للتكوين فى باقى المساكن (Suslow & Cantwell ٢٠٠٦).

وتحصد طماطم الاستهلاك الطازج – لأجل الشحن البحرى لفترات طويلة أو لأجل حمايتها من الإصابة بأضرار البرودة – بقطفها وهى خضراء ناضجة أو فى طور التحول، مع إنضاجها صناعيًّا بالمعاملة بغاز الإثيلين لمدة ١٢–١٨ ساعة على ٢٠°م. أما طماطم التصنيع فإن النباتات تُعامل – لإسراع نضجها – بالرش بالإثيفون حينما تكون ١٠٪ من ثمارها فى أى درجة من درجات التلوين.

٤– الثمار التى فى طور التحول: تصلح للتصدير إلى مسافات غير بعيدة.

٥– الثمار التى فى طور النضج الوردى: لا تزال تحتفظ بصلابتها، وتصلح للقطف بغرض التصدير للدول العربية، أو التسويق المحلى فى الجو الدافئ.

ويلاحظ أن الثمار ذات الصلاحية الممتدة للتخزين extended shelf-life (وهى الصفة التى تعود – غالبًا – إلى أحد الجينين rin أو nor) لا يجوز حصادها قبل وصولها إلى مرحلة النضج الوردى والتى يكون فيها ٣٠٪–٦٠٪ من سطح الثمار بلون وردى.

٦– الثمار التى فى طور النضج الأحمر: تصلح الثمار التى فى بداية هذا الطور للتسويق المحلى فى الجو البارد، بينما لا تصلح الثمار التى فى نهاية هذا الطور إلا للتصنيع فقط.

٧– لا تصلح الثمار التى فقدت صلابتها ودخلت فى طور النضج الزائد للحصاد، حتى ولو بهدف التصنيع، وذلك لأنها تتفلق ويخرج منها العصير، وتسبب مشاكل كثيرة أثناء التداول، كما تتسبب فى زيادة التلوث الميكروبى، وما يستتبعه ذلك فى زيادة تكاليف التعقيم، وتدهور نوعية المنتجات المصنعة.

٨– تحصد أصناف الاستهلاك الطازج آليًّا عندما تبلغ الثمار التى تخطت طور اكتمال النمو وهى خضراء – وأصبحت فى أية درجة من درجات التلوين – نحو ٢٠٪ من الثمار بالعدد. وتقدر النسبة بتقليع عدة نباتات، وهزها جيدًا – كما تفعل آلة الحصاد – لإسقاط كل الثمار التى تسقط عادة من النموات الخضرية عند إجراء الحصاد

آليًا، ثم تعد الثمار التى تخطت طور اكتمال النمو الأخضر، وتحسب نسبتها من العدد الكلى. وقد يكون من الأفضل بدء الحصاد فى مرحلة مبكرة قليلاً — وعندما تبلغ نسبة الثمار الملونة ٥٪ –١٠٪ فقط — ذلك لأن طاقم العمل يكون بطيئًا فى البداية، ويستمر كذلك إلى أن تنتظم عملية الحصاد.

٩– تحصد ثمار الأصناف الكريزية منفردة — غالبًا — وهى فى مرحلة نصف تلوين، أو بعدما تصل إلى طور النضج الوردى، وهى عملية مكلفة. نظرًا للوقت الطويل الذى تستلزمه عملية الحصاد. كما يتطلب حصاد العناقيد العليا الوقوف على سلالم، لأن النباتات يسمح لها بالنمو الرأسى لارتفاع يصل إلى ٣–٣,٥ م قبل أن يتدلى نموها القمى إلى أسفل.

وقد وجد Kagan Zur & Mizrahi (١٩٩٣) أن الهجن العنقودية الخليطة فى الجين nor (والتى يكون تركيبها الوراثى nor/+) — مثل BR124 — يمكن حصادها بالعنقود (وليس بالثمار المفردة) بشرط توفر الظروف التالية:

أ– الاكتفاء بنحو ١١–١٢ ثمرة فى كل عنقود، لكى يمكن للثمار الأولى أن تحتفظ بجودتها لفترة مناسبة تصل إلى نحو ٢–٣ أسابيع من بداية تلوينها.

ب–إجراء الحصاد بعدما تتلون بالفعل الثمرة الأخيرة التى سيتم الاكتفاء بها (الثمرة رقم١٢).

ج– معاملة العناقيد بحرص لكى لا تنفرط الثمار من العناقيد أثناء تداولها هذا علمًا بأن الثمار الخضراء المتبقية على العنقود لا تنضج بشكلٍ مرضٍ.

وعمومًا.. فإن الطماطم العنقودية cluster tomato تُقطف — عادة — عندما يبدأ ظهور اللون الأحمر على أقل الثمار نضجًا. ومن الصفات الهامة فى الطماطم العنقودية تجانس لون الثمار، ونضارة العنق، وعدم سقوط الثمار من العنقود، ويكون تعبئتها — عادة — فى طبقة واحدة.

١٠– تحصد أصناف التصنيع آليًا عندما تبلغ نسبة الثمار التى تخطت طور اكتمال التكوين الأخضر — وأصبحت فى أية درجة من درجات التلوين — حوالى ٨٠٪ من

الثمار بالعدد. وتقدر هذه النسبة بنفس الطريقة السابقة. وتجدر الإشارة إلى أن نسبة الثمار الملونة تزيد بمعدل ٣٪ -٤٪ يوميًا، أى أن نسبة الثمار التى تخطت طور اكتمال التكوين الأخضر تصبح بنسبة ٩٥٪-١٠٠٪ خلال ٥ أيام من بداية الحصاد.

الحصـــاد

يُجرى الحصاد اليدوى بإدارة الثمرة برفق فتنفصل عن النبات بسهولة ويكون قطف الثمار كل ٤ أيام فى الجو الحار، وكل ٧-١٠ أيام فى الجو البارد.

وإذا فصلت الثمرة عند المفصل joint — الأمر الذى يحدث غالبًا عندما يكون عنق الثمرة ذا مفصل jointed — فإنه يتعين إزالة الجزء المتبقى من عنق الثمار مع الكأس، لكى لا يخترق هذا الجزء الثمار التى تجاوزه أثناء عمليات التداول، وفى عبوات الشحن أو التخزين؛ الأمر الذى يؤدى إلى إصابة الثمار بالكائنات الدقيقة المسببة للأعفان، ويزيد من فاقد الثمار بعد الحصاد. أما فى أصناف الطماطم التى تكون أعناق ثمارها بدون مفصل jointless، فإن الثمار تنفصل بدون عنق؛ الأمر الذى يوفر حوالى ٢٥٪ من الوقت الذى تستغرقه عملية الحصاد اليدوى (Zahara & Scheuerman ١٩٨٨).

ويتعين عند حصاد ثمار طماطم الاستهلاك الطازج يدويًا مراعاة ما يلى:

١- غسيل الأيدى جيدًا.

٢- لا تُحصد إلاّ الثمار الجاهزة للحصاد، مع ترك الثمار غير المكتملة التكوين للقطفة الثانية، ومع الانتهاء من حصاد جميع ثمار النبات قبل الانتقال إلى النبات التالى.

٣- عدم الضغط على الثمار أو تجريحها أو اختراقها بالأظافر.

٤- عدم الاحتفاظ فى اليد بعدد من الثمار أكثر من الممكن؛ لأن ذلك يؤدى إلى سقوط بعضها، ومن ثم تجريحها وخفض كفاءة عملية الحصاد ذاتها.

٥- عدم وضع أى مخلفات نباتية أو ثمار غير صالحة للتسويق مع الثمار الجيدة فى عبوات الحصاد.

٦- عدم القذف بالثمار فى عبوات الحقل.

٧- نقل الثُمار بلطف ومن على ارتفاع منخفض من عبوات الحقل إلى عبوات نقل المحصول.

أما الحصاد الآلى فيجرى دفعة واحدة باستخدام آلات كبيرة تقوم بتقليع النباتات، ونقلها على "كاتينة" متحركة إلى داخل الآلة، حيث تتعرض لاهتزازات شديدة تؤدى إلى سقوط الثمار. وتنتقل الثمار بعد ذلك بواسطة سيور متحركة أمام عمال يقومون بفرزها، واستبعاد الثمار غير الناضجة، وزائدة النضج، والمصابة بالأمراض، والعيوب الفسيولوجية. ويستمر تحرك الثمار إلى أن تسقط فى عربة نقل تتحرك فى الحقل إلى جانب آلة الحصاد.

وللتفاصيل المتعلقة بعملية الحصاد الآلى فى كل من أصناف الاستهلاك والتصنيع ومشاكلها ووسائل التغلب عليها — يراجع حسن (٢٠١١).

مجمل عمليات تداول طماطم الاستهلاك الطازج بعد الحصاد

تمر طماطم الاستهلاك الطازج بعمليات التداول التالية:

١- الحصاد اليدوى فى دِلاء.

٢- النقل إلى أوعية أكبر فى الظل.

٣- النقل إلى محطة التعبئة.

٤- الغمر فى ماء مكلور تُفرغ فيه حمولة الشاحنات.

٥- الشطف فى ماء صالح للشرب.

٦- تحجيم أولى وفرز أولى للعيوب الواضحة.

٧- التشميع مع مبيد فطرى أو بدونه أو المعاملة بالمبيد الفطرى وحده.

٨- التقسيم حسب اللون وتوجيه الثمار الناضجة الملونة إلى خط تعبئة مستقل.

٩- التدريج حسب المقاييس المعمول بها.

١٠- التحجيم (التدريج إلى أحجام) باستعمال سيور متحركة ذات ثقوب تتناسب والأحجام.

١١- ملأ الكراتين بالوزن.

١٢- عمل بالتات وتخزينها، ثم توجيهها نحو أحد طريقين، كما يلى:

الطريق الأول:

أ- النقل إلى حجرات الإنضاج لأجل المعاملة بالإثيلين بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون على ٢٠°م.

ب-ثم التبريد أو التخزين المؤقت على ٧-١٣°م حسب مدى نضج الثمار.

ج- ثم التحميل والنقل إلى الأسواق، حيث قد تُعاد فيها التعبئة من جديد.

الطريق الثانى:

أ- التبريد أو التخزين المؤقت على ٧-١٣°م حسب درجة نضج الثمار.

ب- ثم التحميل والنقل.

ج- ثم النقل إلى حجرات الإنضاج فى الأسواق لأجل المعاملة بالإثيلين بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون على ٢٠°م، ثم إعادة التعبئة من جديد (عن Brecht ٢٠٠٣).

ويمكن الاطلاع على تفاصيل كثيرة تتعلق بجميع تلك المعاملات والعمليات فى حسن (٢٠١١)، وسنكتفى فى هذا المقام بالإشارة إلى بعضها فقط.

ومما تجدر الإشارة إليه أن تعريض ثمار الطماطم لرطوبة حرة غير متحكم فيها – بعد الحصاد – (كأن يكون تعريضها لماء غير مكلور) يؤدى إلى زيادة احتمالات إصابتها ببكتيريا العفن الطرى البكتيرى الذى تسببه البكتيريا *Pectobacterium carotovorum*. وتحدث الإصابة غالبًا من خلال العدسات التى بالأنسجة التى تحيط بالانخفاض المحيط بعنق الثمرة (Bartz وآخرون ٢٠١٦).

التعبئة والتحجيم

الطماطم العادية

توضع الثمار فى العبوات إما بدون ترتيب معين in bulk، أو توضع فى أطباق بلاستيكية تحتوى على انخفاضات بحجم الثمار، ويتوقف عددها فى كل طبق على مساحة الصندوق، وحجم الثمار. ويحتوى كل صندوق عادة على ٢–٣ طبقات من الأطباق، وتتبع هذه الطريقة فى تعبئة محصول التصدير للأسواق التى تتطلب ثمارًا عالية الجودة.

وتعبأ الطماطم – غالبًا – فى كراتين سعة ١١,٤ كجم (٢٥ رطل) بأبعاد ٣٠ × ٤٠ × ٢٤ سم، حيث تصف بارتفاع ١٠ كراتين فى بالتات ١٠٠ × ١٢٠ سم.

هذا.. وتُحصد طماطم الزراعات المحمية (لأجل الاستهلاك الطازج بطبيعة الحال) فيما بين مرحلتى النضج الأحمر الفاتح والأحمر الكامل، وهى التى تعرف باسم vine-ripe؛ أى الناضجة على "عروشها"، ويكون حصاد الثمار التامة الاحمرار بمعدل مرتين أسبوعيًا. وتعبأ هذه الثمار لأجل أسواق الجملة فى كراتين تتسع لنحو ١٥–٢٥ رطلاً من الثمار (٦,٨–١١,٤ كجم)، وتتحدد سعة الكرتونة بأحجام الثمار التى تعبأ فيها؛ فمثلاً كرتونة ٥ × ٥ تعنى وجود خمسة صفوف بكل منها خمس ثمار فى كل طبقة من الكرتونة.

وتكون أحجام الثمار كما يلى:

الحجم	العبوة	أقل قطر للثمار (سم)	أكبر قطر للثمار (ب)
أكبر حجم	٤ × ٥	١٠,٥	أكبر من ذلك
كبيرة جدًا	٥ × ٥، و ٥ × ٦	٧,٢	١٠,٥
كبيرة	٦ × ٦	٦,٢	٧,٢
متوسطة	٦ × ٧	٥,٦	٦,٢
صغيرة	٧ × ٧	٥,٣	٥,٦
صغيرة جدًا	٧ × ٨	٤,٦	٥,٣

الطماطم الشيرى والعنقودية

تعرف الطماطم الشيرى التى تسوق على صورة عناقيد باسم cheery tomatoes on the vine، ومن أصنافها المفضلة Aranca. تكون عبواتها سعة ٣ كجم، وفى طبقة واحدة عادة، وتشحن عن طريق الجو فقط، وتبقى بحالة جيدة لمدة أسبوع. تكون النافذة التصديرية فى أوروبا من أوائل ديسمبر إلى أواخر مارس.

تعرف هذه الطماطم باللالئ الحمراء red pearls، وهى حلوة المذاق وحمراء داكنة اللون. يجب أن يتراوح قطر الثمرة بين ٣٠، و ٤٠ مم، مع تواجد ٧–٨ ثمار بكل عنقود. يفضل أن تتراوح نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية بين ٧,٥٪ ، و٩٪.

أما الطماطم الشيرى السائبة، فمن أصنافها المفضلة Josphina، وتُعبأ ثمارها فى punnets ذات غطاء، تتسع كل منها لربع كيلوجرام، وتوضع كل تسع منها فى كرتونة.، تشحن عن طريق الجو، وتبقى بحالة جيدة لمدة ١٠ أيام. يجب ألا يقل محتواها من المواد الصلبة الذائبة عن ٦٪، ويفضل أن يتراوح بين ٧٪، و٨٪. تكون النافذة التصديرية خلال شهور الشتاء.

أما الطماطم العنقودية cluster tomato، فهى التى تكون متوسطة فى حجمها بين الطماطم العادية والطماطم الشيرى، وتسوق على صورة عناقيد صغيرة يحتوى كل منها على حوالى خمس ثمار.

التبريد الأولى

لا تحتاج ثمار الطماطم إلى معاملة التبريد الأولى إلا إذا كانت حرارتها أعلى من ٢٧°م، وكان من المرغوب فيه تأخير وصولها إلى مرحلة اكتمال النضج.

وقد تُبَرَّد الطماطم أوليًا بطريقة الدفع الجبرى للهواء بمجرد وصولها إلى محطة التعبئة لتأمين احتفاظها بجودتها.

ويمكن تبريد ثمار الطماطم الكريزية من ٣٢°م إلى ١٦°م فى خلال ٣–٥ دقائق بغمرها، أو رشها بماء تتراوح حرارته بين درجة واحدة وأربع درجات مئوية.

وغالبًا.. يكون تبريد الطماطم بعد تجهيزها فى بالتات إلى ٢٠°م للإنضاج أو إلى ١٢°م للتخزين. ويتم التبريد – فى الحجرات المبردة، ولكن التبريد بطريقة الدفع الجبرى للهواء يعطى نتائج أفضل. وإذا ما كانت حرارة اللب فى الطماطم المعبأة والمجهزة فى بالتات ٢٨°م، فإنها ترتفع بمقدار درجتين – مباشرة – بعد وضع النباتات فى حرارة ٢٠°م، ثم تَبرد تدريجيًّا إلى ٢٣°م فى خلال ٢٤ ساعة.

وبالمقارنة فإن تلك الطماطم يمكن تبريدها إلى ٢٠°م بطريقة الدفع الجبرى للهواء فى خلال ساعتين ونصف الساعة؛ وبذا.. يكون نضجها أكثر تجانسًا فى مختلف كراتين البالتة.

ويجب فى جميع الأحوال عدم تعريض الثمار لحرارة تقل عن ١٠°م لأكثر من ٢٤ ساعة، لكى لا تصاب بأضرار البرودة.

إنضاج الثمار الخضراء مكتملة التكوين

النضج الطبيعى

تحصد ثمار الاستهلاك الطازج – غالبًا – وهى خضراء مكتملة التكوين، وخاصة عندما تكون الأسواق بعيدة عن حقل الإنتاج، حيث تكتسب الثمار لونها الأحمر أثناء

الشحن لتصل إلى المستهلك وهى فى طور النضج الأحمر الفاتح أو الأحمر، وتتراوح الحرارة المناسبة للشحن من ١٣ ْم للثمار الخضراء مكتملة التكوين إلى ٢١ ْم للثمار التى فى طور النضج الأحمر الفاتح. ويكون التلوين بطيئًا ولا يتم بصورة جيدة فى الحرارة الأقل من ١٣ ْم. وتتعرض الثمار للإصابة بأضرار البرودة فى حرارة ٧ ْم أو أقل. وتؤدى الحرارة الأعلى من ٢١ ْم إلى إسراع نضج الثمار، لكن استمرار ارتفاع الحرارة حتى ٢٩ ْم يؤدى مرة أخرى إلى عدم تلون الثمار بصورة جيدة.

ويلزم توفر الظروف البيئية التالية حتى يكون التلون جيدًا:

١- درجة الحرارة المناسبة كما سبق بيانه.

٢- التهوية الجيدة، لأن الأكسجين ضرورى لتنفس الثمار، ولا يفيد تغليفها فى الورق، كما أن لتبطين العبوات بالبوليثيلين آثار ضارة.

٣- الرطوبة النسبية المرتفعة التى تتراوح من ٩٠٪ إلى ٩٥٪ لتقليل فقد الماء من الثمار.

الإنضاج الصناعى

يعنى الإنضاج الصناعى أية محاولة لإسراع تلون الثمار، ووصولها إلى طور النضج الأحمر. تجرى هذه العملية – عادة – للثمار التى تحصد وهى خضراء مكتملة التكوين، ولكنها قد تجرى أيضًا على أية ثمار لم يكتمل تلونها بعد عند الرغبة فى الإسراع بتلونها، ويكون ذلك أمرًا مرغوبًا فيه فى الحالات التالية:

١- لكى تصل الثمار للمستهلك، وهى تامة التلون.

٢- عند ارتفاع الأسعار.

٣- عند بطء عملية التلون بسبب انخفاض درجة الحرارة.

إن نضج ثمار الطماطم يُستحث – طبيعيًا – بالإثيلين الذى تنتجه، إلا إنه تجرى – على النطاق التجارى – معاملة ثمار الطماطم الخضراء الناضجة بالإثيلين لإسراع

نضجها؛ حيث تعرض للغاز بتركيز ١٠٠-١٥٠ جزءًا في المليون لمدة ٢٤-٧٢ ساعة على حرارة ٢٠-٢٥ °م، مع ٨٥٪-٩٥٪ رطوبة نسبية. يُطلق الإثيلين في غرف محكمة الغلق لا يتسرب منها الهواء. هذا ولا تجرى هذه المعاملة مع أي ثمار بدأت - فعلاً - في التلوين.

ويجب أن تتراوح الحرارة خلال فترة الإنضاج الصناعي ما بين ١٣ °م للثمار التي بدأت في التلون، و ٢١ °م للثمار الخضراء الناضجة. وتؤدي المعاملة بالإثيلين إلى سرعة تحلل الكلوروفيل، وتكوين الليكوبين، وزيادة تجانس اللون، وإسراع مرحلة الكلايمكتريك، وزيادة محتوى الثمار من فيتامين ج.

التخزين

تتراوح الحرارة المناسبة لتخزين ثمار الطماطم بين ٧ درجات مئوية للثمار الحمراء إلى ١٥ °م للثمار الخضراء مكتملة التكوين؛ فتنخفض درجة الحرارة المناسبة للتخزين تدريجيًا مع ازدياد نضج الثمار. ويجب أن تكون الرطوبة النسبية عالية، وأن يُحتفظ بها في حدود ٩٠٪-٩٥٪ لمنع فقد الماء من الثمار. يمكن في هذه الظروف حفظ الثمار الحمراء بحالة جيدة لمدة ١٠ أيام، وتتلون الثمار الخضراء في خلال ٣٠ يومًا وهي بحالة جيدة. وتنخفض مدة بقاء الثمار المخزونة بحالة جيدة فيما بين هذه الحدود حسب درجة نضجها عند بداية التخزين. وتزداد سرعة نضج ثمار الطماطم بارتفاع الحرارة حتى ٢١ °م، بينما تتدهور بسرعة بارتفاع درجة الحرارة عن ذلك، ولا تتلون بصورة جيدة عند ارتفاع الحرارة إلى ٢٩ °م، أو أعلى من ذلك.

تخزن الثمار الحمراء الناضجة بعد ذلك في غرف باردة لا تقل حرارتها عن ١٠ °م.

أما الثمار الخضراء المكتملة التكوين فإنها تُعامل بواحدة من أربع طرق - حسب الرغبة - كما يلي:

١- إنضاجها سريعًا بالمعاملة بالإثيلين في غرف مغلقة لمدة ٢٤-٤٨ ساعة على ٢٠-٢٥ °م قبل شحنها لتأمين سرعة وتجانس نضجها.

٢- إنضاجها سريعًا طبيعيًا بحفظها على حرارة ١٨-٢١°م.

٣- إنضاجها ببطء على حرارة ١٤-١٦°م.

٤- تأخير إنضاجها لمدة أسبوعين بحفظها على حرارة ١٣°م قبل إنضاجها بعد ذلك على حرارة ١٨-٢١°م، علمًا بأن حفظها لأكثر من أسبوعين على حرارة ١٣°م يعرضها للإصابة بأضرار البرودة، وتزداد إصابتها بالأعفان، وتفشل فى تكوينها للون أحمر قانٍ (عن Strange وآخرين ٢٠٠٠).

لا يمكن تخزين الثمار الخضراء المكتملة التكوين بنجاح فى الحرارة التى تؤخر النضج، وإذا ما خزنت تلك الثمار لمدة أسبوعين أو أكثر على حرارة ١٣°م فإنها قد تتعرض للتحلل غير الطبيعى، وقد لا تتلون بشكل جيد. وتتراوح الحرارة المثلى لتخزين الثمار الخضراء المكتملة التكوين بين ١٨، و ٢١°م. كذلك فإن الطماطم لا تتلون بشكل جيد فى حرارة تزيد عن ٢٧°م. ويناسب المدى الحرارى ١٤-١٦°م إبطاء النضج دون أن يتكون تحلل غير طبيعى. وفى هذا المدى نجد أن الثمار الخضراء المكتملة التكوين يمكن أن تتلون بصورة مناسبة لتعبئتها للعرض بالأسواق فى خلال ٧-١٤ يومًا.

وتتعرض الثمار التى تحفظ فى حرارة تقل عن ١٠°م للإصابة بالألترناريا خلال فترة تلونها بعد التخزين، وتكون الإصابة بالألترناريا شديدة عند تعرض الثمار لمدة ٦ أيام وهى على حرارة الصفر المئوى، أو لمدة ٩ أيام على حرارة ٤°م. كذلك فإن نسبة كبيرة من الثمار التى تتعرض لحرارة تقل عن ١٠°م لمدة أسبوع قبل الحصاد قد تظهر بها إصابة الألترناريا بعد الحصاد حتى ولو خزنت فى حرارة مناسبة.

مصادر الكتاب

حسن، أحمد عبد المنعم (١٩٩٨). الطماطم: تكنولوجيا الإنتاج، والفسيولوجى، والممارسات الزراعية، والحصاد والتخزين. الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة – ٥١١ صفحة.

حسن، أحمد عبد المنعم (٢٠١١). تكنولوجيا وفسيولوجيا ما بعد حصاد الخضر الثمرية: التداول والتخزين والتصدير. الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة – ٤٥٢ صفحة.

حسن، أحمد عبد المنعم (٢٠١٥). أساسيات وتكنولوجيا إنتاج الخضر. الدار العربية للنشر والتوزيع– القاهرة – ٩٦٨ صفحة.

حسن، أحمد عبد المنعم (٢٠١٦). عوامل الشد البيئى ووسائل الحد من أضرارها: الحلول التكنولوجية لتحديات ومعوقات إنتاج الخضر فى الظروف البيئية القاسية. الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة – ٦٤٨ صفحة.

حسن، أحمد عبد المنعم (٢٠١٨). تحديات إنتاج وتصدير الطماطم ووسائل التغلب عليها. الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة –

مركز البحوث الزراعية – وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى – جمهورية مصر العربية (٢٠١٣). زراعة وإنتاج الطماطم. نشرة رقم ١٢٩٤ – ٨٢ صفحة.

Adams, P. 1986. Mineral nutrition, pp. 281-334. In: J. G. Atherton and J. Rudich (eds.). The tomato crop. Chapman and Hall. London.

Adams, P. 1990. Effect of watering on the yield, quality and composition of tomatoes grown in bags of peat. J. Hort. Sci. 65: 667-674.

Adams, P. 1991. Effect of increasing the salinity of the nutrient solution with major nutrents or sodium chloride on the yield, quality and composition of tomatoes grown in rockwool. J. Hort. Sci. 66: 201-207.

Adams, P. 1994. Some effects of the environment on the nutrition of greenhouse tomatoes. Acta Hort. No. 336: 405-416.

Andrews, J. 1995. The climacteric respiration rise in attached and detached tomato fruit. Postharvest Biology and Technology 6 (3/4): 287-292.

Badr, F., S. Abou-El-Maati, and S. E. El-Namer. 1994. Evaluation of some agricultural wastes as unconventional sources for oil production. Ann. Agr. Sci., Moshtohor 32 (3): 1561-1568.

Bartz, J. A. et al. 2016. Susceptibility of lenticels within the stem depression of tomato fruit to bacterial soft rot. Plant Dis. 100 (9): 1906-1909.

Basiouny, F. M., K. Basiouny, and M. Maloney. 1994. Influence of water strees on abscisic acid and ethylene production in tomato under different PAR levels. Journal of Horticultural Science 69 (3): 535-541.

Basra, S. M. A. and C. J. Lovatt. 2016. Exogenous applications of moringa leaf extract and cytokinins improve plant growth, yield, and fruit quality of cherry tomato. HortTechnology 26 (3): 327-337.

Bausher, M. G. 2011. Grafting technique to eliminate rootstock suckering of grafted tomatoes. HortScience 46: 596-598.

Beverly, R. B. 1994. Stem sap testing as a real-time guide to tomato seedling nitrogen and potassium fertilization. Communications in Soil Science and Plant Analysis 25 (7-8): 1045-1056.

Bhella, H. S. 1988. tomato response to trickle irrigation and black polyethylene mulch. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 133: 543-546.

Bogale, A., M. Nagle, S. Latif, M. Aguila, and J. Müller. 2016. Regulated deficit irrigation and partial root-zone drying irrigation impact bioactive compounds and antioxidant activity in two select tomato cultivars. Sci. Hort. 213: 115-124.

Bogle, C. R., T. K. Hartz and C. Nunez. 1989. Comparison of subsurface trickle and furrow irrigation on plastic-mulched and bare soil for tomato production. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114: 40-43.

Borgognone, D. et al. 2013. Effect of nitrogen form and nutrient solution pH on growth and mineral composition of self-grafted and grafted tomatoes. Sci. Hort. 149: 61-69.

Brecht, J. K. 2003. Harvesting and handling techniques, pp. 383-412. In: J. A. Bartz and J. K. Brecht (eds.). Postharvest physiology and pathology of vegetables. Marcel Dekker, N. Y.

Brigad, J. P., R. L. Harkess, and B. S. Baldwin. 2006. Tomato early seedling height control using paclobutrazol seed soak. HortScience 41 (3).

Caro, M., V. Cruz, J. Cuartero, M. T. Estan, and M. C. Bolarin. 1991. Salinity tolerance of normal-fruited and cherry tomato cultivars. Plant and Soil 136: 249-253.

Carson, L., M. Ozores-Hanpton, and K. Morgan. 2016. Correlation of petiole sap nitrate-nitrogen concentration measured by ion selective electrode, leaf tissue nitrogen concentration, and tomato yield in Florida. J. Plant Nutr. 39 (12).

Charles, W. B. and R. E. Harris. 1972. Tomato fruit-set at high and low temperatures. Can. J. Plant Sci. 52: 497-506.

Cohen, S. and V. Melamed-Madjar. 1978. Prevention by soil mulching of the spread of tomato yellow leaf curl virus transmitted by *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) in Israel. Bul. Ent. Res., Israel 68: 465-470.

Coltman, R. R. and S. A. Riede. 1992. Monitoring the potassium status of greenhouse tomatoes using quick petiole sap tests. HortScience 27: 361-364.

Csizinsky, A. A., D. J. Schuster, and J. B. Kring. 1995. Color mulches influence yield and insect pest populations in tomatos. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120 (5): 778-784.

Davis, J. M., and R. G. Gardner. 1994. Harvest maturity affects fruit yield, size, and grade of fresh-market tomato cultivars. HortScience 29 (6): 613-615.

Davis, R. M. and J. C. Lingle. 1961. Plant Physiol. 36: 153-162.

Decoteau, D. R., M. J. Kasperbauer, and P. G. Hunt. 1989. Mulch surface color affects yield of fresh-market tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114: 216-219.

Dehnavard, S., M. K. Souri, and S. Mardanlu. 2017. Tomato growth responses to foliar application of ammonium sulfate in hydroponic culture. J. Plant Nutr. 40 (3).

De Oliveira Gondim, A. R., R. de Mello Prado, A. B. Cecilio Filho, A. Ursulino Alves, and M. A. Ribeiro Correia. 2015 Boron foliar application in nutrition and yield of beet and tomato. J. Plant Nutr. 38 (10): 1573-1579.

De Pascale, S., A. Maggio, F Orsini, and G. Barbieri. 2016. Cultivar, soil type, nitrogen source and irrigation regime as quality determinants of organically grown tomatoes. Sci. Hort. 199: 88-94.

Di Gioia, F. et al. 2016. The effects of anaerobic soil disinfestation on weed and nematode control, fruit yield, and quality of Florida fresh-market tomato. HortScience 51 (6): 703-711.

Diaz-Hernandez, S., L. Gallo-Llobet, P. Dominguez-Correa, and A. Rodriguez. 2017. Effect of repeated cycles of soil solarization and biosolarization on corky root, weeds and fruit yield in screen-house tomatoes under subtropical climate conditions in the Canary Islands. Crop Prot. 94: 20-27.

Djidonou, D. et al. 2015. Estimating nitrogen nutritional crop requirements of grafted tomatoes under field conditions. Sci. Hort. 182: 18-26.

Djurovic, N., M. Cosic, R. Stricevic, S. Savic, and M. Domazet. 2016. Effect of irrigation regime and application of kaolin on yield, quality and water use effeiciency of tomato. Sci. Hort. 201: 271-278.

Djidonou, D., A. H. Simmone, K. E. Koch, J. K. Brecht, and X. Zhao. 2016. Nutritional quality of field-grown tomato fruit as affected by grafting with interspecific hybrid rootstocks. HortScience 51 (12): 1618-1624.

Edelstein, M., D. Berstein, M. Shenker, H. Azaizeh, and M. Ben-Hur. 2016. Effects of selenium on growth proameters of tomato and basil under fertigation management. HortScience 51 (8): 1050-1056.

Eguchi, T. and C. Kubota. 2015. Cotyledonary axillary shoot control by fatty alcohol application for grafting tomato. HortTechnology 25 (4): 569-574.

El-Ahamdi, A. B. and M. A. Stevens. 1979. Reroductive responses of heat tolerant tomatoes to high temperatures. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104: 686-691.

Evans, W. B., V. Cerven, N. Winter, and C. E. Coker. 2010. A proposed alternative production regime for cherry and grape tomato using compact plants and once-over harvest. HortTechnology 20: 620-622.

Geinsberg, C. and K. Stewart. 1986. Field crop management, pp. 511-557 In: J. G. Atherton and J. Rudich (eds.). The tomato crop. Champan and Hall, London.

Gilreath, J. P., C. A. Chase, and S. J. Locascio. 2001. Crop injury from sublethal rates of herbicide. I. Tomato. HortScience. 36 (4): 669-673.

Gould, W. A. 1974. Tomato production, processing and quality evaluation. The AVI Pub. Co., Inc., Westport, Conn. 445 p.

Grierson, D. and A. A. Kader. 1986. Fruit ripening and quality, pp. 241-280. In: J. G. Atherton and J. Rudich (eds.). The tomto crop. Chapman and Hall, London.

Groenewegen, C., G. King, and B. F. George. 1994. Natural cross pollination in California commercial tomato fieds. Hortscience 29 (9): 1088.

Gross, K. C. and S. J. Wallner. 1979. Degradation of cell wall polysaccharides during tomato fruit ripening. Plant Physiol. 63: 117-120.

Grubinger, V. P., P. L. Minnotti, H. C. Wien, and A. D. Turner. 1993. Tomato reponse to starter fertilizer, polyethylene mulch, and level of soil phosphorus. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118: 212-216.

Guidi, L., G. Lorefice, A. Pardossi, F. Malorgio, F. Tognoni, and G. F. Soldatini. 1998. Growth and photosynthesis of *Lycopersicon esculentum* (L.) plants as affected by nitrogen deficiency. Biologia Plantarun 40 (2): 235-244.

Hanna, H. Y., E. P. Millhollon, J. K. Herrick, and C. L. Fletcher. 1996. New cultural practices increase heat-tolerant tomato yields. Louisiana Agr. 39 (3): 22.

Hano, S. et al. 2017. Serotonin content in fresh and processed tomtoes and its accumulation during fruit development. Sci. Hort. 214: 107-113.

Hartz, T. and B. Hanson. 2005. Drip irrigation and fertigation management of processing tomato. The Internet.

Hartz, T. K., P. R. Johnstone, and M. LeStrange. 2006. Late-season deficit irrigation is a reliable tool for soluble solids improvement in drip-irrigated processing tomato production. Acta Hort. No. 724: 61-65.

Hartz, T. K. and G. Miyao. 1997. Processing tomato production in California. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Pub. 7228. 3 p.

Hashem, E. K. and A. I. A. Ebida. 1997. Effect of transplant container size and number of plants per hill on the production of processing tomatoes under fertigation. Adv. Agric. Res. 2 (1): 149-160.

Hashem, E. K. and A. I. A. Ebida. 1997. Scheduling the production of processing tomatoes as affected by planting dates and mulching under fertigation conditions. Adv. Agric. Res. 2 (2): 1-15

Heuchert, J. C. and C. A. Mitchell. 1983. Inhibition of shoot growth in greenhouse-grown tomato by periodic gyratory shaking. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108 (5): 795-800.

Ho, L. C. and J. D. Hewitt. 1986. Fruit development, pp. 201-239. In: J. G. Atherton and J. Rudich (eds.). The tomato crop. Champan and Hall, London.

Hochmuth, G. J. 1994. Efficiency ranges for nitrate-nitrogen and potassium for vegetable petiole sap quick tests. HortTechnology 4 (3): 218-222.

Iglesias, R., A. Gutiérrez, and F. Fernández. 1994. The influence of chitin from lobster exoskeleton on seedling growth and mycorrhizal infection in tomato crop (*Lycopersicon esculenturm* Mill). Cultivos Tropicales 15 (12): 48-49. (c.a: Hort. Abstr. 66: 3275; 1996).

Ilahy, R. et al. 2011. Phytochemical composition and antioxidant activity of high-lycopene tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivars grown in southern Italy. Sci. Hort. 127: 255-261.

Inaba, M. and P. G. Crandall. 1998. Electrolyte leakage as an indicator of high-temperature injury to harvested mature green tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113: 96-99.

Kader, A. A., M. A. Stevens, M. Albright-Holton, L. L. Morris, and M. Algazi. 1977. Effect of fruit ripeness when picked on flavor and composition in fresh market tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102 (6): 724-731.

Kadoglidou, K. et al. 2014. Aromatic plants as soil amendments: effects of spearmint and sage on soil properties, growth and physiology of tomato seedlings. Sci. Hort. 179: 25-35.

Kagan-Zur, V. and Y. Mizrahi. 1993. Long shelf-life small sized (cocktail) tomatoes may be picked in bunches. Scientia Horticulturae 56 (1): 31-41.

Kanahama, K. 1994. Studies on fruit vegetables in Japan. Horticultural Abstracts 64 (1): 1-15.

Khaliel, A. S. 1993. Influence of *three Glomus* species on growth and ion uptake of tomato seedlings. Cryptogamic Botany 4 (1): 14-18.

Kushad, M. M., J. Masiunos, M. A. L. Smith, W. Kalt, and K. Estman. 2003. Health promoting phytochemicals in vegetables. Hort. Rev. 28: 125-185.

Lahoz, I. et al. 2017. Influence of high lycepene varieties and organic farming on the production and quality of processing tomato. Sci. Hort. 204: 128-137.

Latimer, J. G. 1992. Drought, paclobutrazol, abscisic acid, and gibberellie acid as alternatives to daminozide in tomato transplant production. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117: 243-247.

Latimer, J. G. and R. D. Oetting. 1994. Brushing reduces thrips and aphid populations in some greenhouse-grown vegetable transplants. HortScience 29 (11): 127-1281.

Latimer, J. G. and P. A. Thomas. 1991. Application of brushing for growth control of tomato transplants in a commercial setting. HortTechnology 1: 109-110.

Lee, J. W. and K. Y. Kim. 1999. Tomato seedling quality and yield following raising seedlings with different cell sizes and pretransplant nutritional regimes. J. Korean Soc. Hort. Soi. 40 (4): 407-411.

Lee, J.-M. and M. Oda. 2003. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. Hort. Rev. 28: 61-123.

Le Strange, M., W. L. Schrader, and T. K. Hartz. 2000. Fresh-market tomato production in California. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 8017. 8 p.

Levy, A., H. D. Rabinowitch, and N. Kedar. 1978. Morphological and physiological characters affecting flower drop and fruit set of tomatoes to high temperatures. Euphytica 27: 211-218.

Li, G. J., W. Z. Zhang, F. Benoit, and N. Ceustermans. 2002. Effect of mechanical brushing during the nursery on the growth and development of tomato plants. J. Zhejiang Univ. (Agr. Life Sci.) 28 (2): 187-189. c.a. Hort. Abstr. 72 (12): Abstr. 10953; 2002.

Lingle, J. C. and R. M. Davis. 1959. The influence of soil temperature on the growth and mineral absorption of tomato seedlings. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 73: 312-322.

Liptay, A. and P. Sikkema. 1998. Varying fertigation volume modifies growth of processing tomato transplants produced in the greenhouse and affects leaching from plug trays. HortTechnology 8(3): 378-380.

Liptay, A. and P. Sikkema. 2000. Phosphorus restriction: control of transplant growth. Canadian J. Plant Sci. 80 (4): 875-877.

Liu, G., Q. Du, and J. Li. 2017. Interactive effects of nitrate-ammonium ratios and temperatures on growth, photosynthesis, and nitrogen metabolism of tomato seedlings. Sci. Hort. 214: 41-50.

Litvin, A. G., M. W. van Iersel and A. Malladi. 2016. Drought stress reduces stem elongation and alters gibberellin-related gene expression during vegetative growth of tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 141 (6): 591-597.

López-Casado, G., A. J. Matas, E. Dominguez, J. Cuartero, and A. Heredia. 2007. Biomechanics of isolated tomato (*Saolanum lycopersicum* L.) fruit cuticles: the role of the cutin matrix and polysaccharides. J. Exp. Bot. 58 (14): 3875-3883.

Lorenz, O. A. and D. N. Maynard. 1980. Knott's handbook for vegetable growers. (2nd ed.). Wiley-Interscience, N. Y. 390 p.

Lowengart-Aycicegi, H. Manor, R. Krieger, and G. Gera. 1999. Effects of irrigation scheduling on drip-irrigated processing tomatoes. Acta Hort. 487: 513-518.

Masterson, S. A., M. M. Kennelly, R. R. Janke, and C. L. Rivard. 2016. Microclimate and scion leaf removal to improve the success of grafted tomato seedlings. HortTechnology 26 (3): 261-269.

Masterson, S. A., M. M. Kennelly, R. R. Janke, and C.L. Rivard. 2016. Scion shoot removal and rootstock cultivar affect vigor and early yield of grafted tomatoes grown in high tunnels in the central United States. HortTechnology 26 (4): 399-408.

May, D. M. and I. Gonzales, 1994. Irrigation and nitrogen management as they affect fruit quality and yield of processing tomatoes. Acta Horticulturae No. 376: 227-234.

May, D. M. and J. Gonzales. 1997. Proper pre-harvest stress increases percent solids when using buried drip irrigation in processing tomatoes. Acta Hort. No. 449: 321-325.

Meyer, L. J., M. M. Kennelly, E. D. Pliakoni, and C. L. Rivard. 2017. Leaf removal reduces scion adventitious root formation and plant growth of grafted tomato. Sci. Hort. 214: 147-157.

Nassar, S. H., W. L. Sims, and A. A. Hassan. 1982. Nation-wide programme of tomato cultivar evaluation in Egypt: 1980 summer planting. Egypt. J. Hort. 9: 131-137.

Nassar, S. H. W. L. Sims, and A. A. Hassan. 1984. Nation-wide programme of tomato cultivar evaluation in Egypt: 1980-1982 trials. Egypt. J. Hort. 11: 163-190.

Nicoulaud, B. A. L. and A. J. Bloom. 1996. Absorption and assimilation of foliarly applied urea in tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121 (6): 1117-1121.

Obreza, T. A., D. J. Pitts, R. J. McGovern, and T. H. Spreen. 1996. Deficiet irrigation of micro-irrigated tomato affects yield, fruit quality, and disease severity. J. Prod. Agric. 9 (2): 270-275.

Ochigbo. A. A. and G. P. Harris. 1989. Effects of film plastic cover on the growth and yield of bush tomatoes grown in a bed system. J. Hort. Sci. 64: 61-68.

Oda, M., M. Nagata, K. Tsuji, and H. Sasaki. 1996. Effects of scarlet eggplant rootstock on growth, yield, and sugar content of grafted tomato fruits. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 65 (3): 531-536.

Oliveira, M. do R. G., A. M. Calado, and C. A. M. Portas. 1996. Tomato root distribution under drip irrigation. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121 (4): 644-648.

Passam, H. C., I. C. Karapanos, P. J. Bebeli, and D. Savvas. 2007. A review of research on tomato nutrition, breeding and post-harvest technology with reference to fruit quality. Europ. J. Plant Sci. Biotechnol. 1 (1): 1-21.

Patane, C., S. Tringali, and O. Sortino. 2011. Effects of deficit irrigation on biomass, yield, water productivity and fruit quality of processing tomato under semi-arid Mediterranean climate conditions. Sci. Hort. 129: 590-596.

Perdones, A., N. Tur, A. Chirait, and M. Vargas. 2016. Effect on tomato plant and fruit of the application of biopolymer-oregano essential oil coatings. J. Sci. Food Agr. 96 (13): 4505-4513.

Perniola. M., A. R. Rivelli, and V. Candido. 1994. Yield response to water and stress indexes on tomato. Acta Horticulturae No. 376: 215-225.

Peterson, R. H. and H. G. Taber. 1991. Tomato flowering and early yield response to heat buildup under rowcovers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116: 206-209.

Picken, A. J. F. 1984. A review of pollination and fruit set in the tomato (*Lycopersicon essulentum* Mill.). J. Hort. Sci. 59: 1-13.

Piyakina, G. A. and T. S. Yunusov. 1995. General characteristics of the proteins of tomato seed flour and tomato skin flower. Chem. Natural Compounds 31 (4): 495-499.

Poysa. V. W. C. W. Tan, and J. A. Stone. 1987. Flooding stress and the root development of several tomato genotypes. HortScience 22: 24-26.

Provvidenti, R. and H. C. Hoch. 1977. Tomato leaf roll caused by the interaction of the wilty gene and tobacco mosaic virus infection. Plant Dis. Reporter 61 (6): 500-502.

Pulupol, L. C., M. H. Behoudian, and K. J. Fisher. 1996. Growth, yield, and postharvest attributes of glasshouse tomatoes produced under deficit irrigation. HortScience 31 (6): 926-929.

Purvis, E. R. and R. L. Carolus. 1964. Nutrient deficiencies in vegetable crops, pp. 245-286. In: H. B. Sprague (ed.). Hunger signs in crops. David McKay Co., N. Y.

Rady, M. M. and H. ur Rahman. 2016. Supplementing organic biostimulants into growing media enhanced growth and nutrient uptake of tomato transplants. Sci. Hort. 203: 192-198.

Ramos-Bueno, R. P., R. Romero-González, M. J. González-Fernández, and J. L. Guil-Guerrero 2017. Phytochemical composition and *in vitro* anti-tumour activities of selected tomato varieties. J. Sci. Food Agr. 97 (2): 488-496.

Rao, D. V. R. and S. S. V. Padma. 1991. Effect of induced moisture stress at different phenological stages on growth and yield of tomato cultivars. South Indiam Horticulture 39 (2): 81-87. (c. a. Hort. Abstr. 64: 5461; 1994).

Rodriguez, A., S. Leoni, P. Bussières, M. Dadomo. M. Christou, J. I. Macua, and P. Cornillon. 1994. The influence of water and nitrogen levels on the quality of the processing tomato grown in European Union countries. Acta Horticulturae No. 376: 275-278.

Romero-Aranda, R. and J. Longuenesse. 1995. Modelling the effect of air vapour pressure deficit on leaf photosynthesis of greenhouse tomatoes: The importance of leaf conductance to CO_2. J. Hort. Sci. 70 (3): 423-432.

Rost, T. L. 1996. *Lycopersicon esculentum*. Tomato: an anatomy atlas. Section of Plant Biology, Division of Biological Sciences, University of California, Davis. The Internet.

Rudich, J., E. Zamski, and Y. Regev. 1977. Genotypic variation for sensitivity to high temperature in the tomato: pollination and fruit set. Bot. Gaz. 138: 448-452.

Rylski, I., B. Aloni, L. Karni, and Z. Zaidman. 1994. Flowering, fruit set, fruit development and fruit quality under different environmental conditions in tomato and pepper crops. Acta Horticulturae No. 366: 45-55.

Salunkhe, D. K. and B. B. Desai. 1984. Postharvest biotechnology of vegetables Vol. I. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 208 p.

Salunkhe, D. K. and B. B. Desai. 1984. Postharvest biotechnology of vegetables Vol. II. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 194 p.

Sanders, D. C., T. A. Howell, M. M. S. Hille, L. Hodges, D. Meek, and C. J. Phene. 1989. Yield and quality of processing tomatoes in response to irrigation rate and schedule. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114: 904-908.

Shan, X., H. Zhou, T. Sang, S. Shu, J. Sun, and S. Guo. 2016. Effects of exogenous spermidine on carbon and nitrogen metabolism in tomato seedlings under high temperature. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 141 (4): 381-388.

Shanhita Gupta, D. K. Arora, and A. K. Srivastava. 1995. Growth promotion of tomato plants by rhizobacteria and imposition of energy stress on *Rhizoctonia solani*. Soil Biology & Biochemistry 27 (8): 1051-1058.

Shrivastava, P.K., M. M. Parikh, N. G. Sawani, and S. Raman. 1994. Effect of drip irrigation and mulching on tomato yield. Agricultural Water Management 25 (2): 179-184.

Sims, W. L. and R. W. Scheuerman. 1979. Mechanized growing and harvesting of fresh market tomatoes. Div. Agric. Sci., Univ. Calif. Leaflet No. 2815. 21 p.

Sims, W. L., M. P. Zobel, D. M. May, R. J. Mullen, and P. P. Osterli. 1979. Mechanized growing and harvesting of processing tomatoes. Div. Agric. Sci., Univ. Calif. Leaflet No. 2686. 31 p.

Singh, M., K. Dhawan, and S. P. Malhorta. 2000. Carbohydrate metabolism in tomato (*Lycopersion esulentum* Mill.) fruits during ripening. J. Food Sci. Technol. (Mysore) 37 (3): 222-226.

Smolen, S. et al. 2015. Iodine biofortification with additional application of salicylic acid affects yield and selected parameters of chemical composition of tomato fruits (*Solanum lycopersicum* L.). Sci. Hort. 188: 89-96.

Sobulo, R. A., A. A. Agboola, and A. A. Fayemi. 1978. Effect of phosphorus placement on yield of tomatoes in Southwestern Nigereia. Agron. J. 70: 521-524.

Sood, R. K. and S. S. Saimi. 1971. Pollination studies in *Lycopersion esculentum* Mill. Himachal J. Agric. Res. 1: 65-70.

Suman, S., R.S. Spehia, and V. Sharma. 2017. Humic acid improved efficiency of fertigation and productivity of tomato. J. Plant Nutr. 40 (3).

Suslow, T. V. and M. Cantwell. 2006. Tomato: recommendations for maintaining postharvest quality. Postharvest Technology Research & Information Center, UC Davis. The Internet.

Thompson, A. E. and W. C. Kelly. 1957. Vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., Inc., N. Y. 611 p.

Stietjen, W. H., W. P. Cowgill, Jr., M. H. Maletta, P. J. Nitzche, and S. A. Johnston. 2001. Stake culture reduces foliar disease and postharvest fruit rot in tomatoes grown under weekly or forecaster-generated fungicide schedules. HorTechnology 11 (2): 230-233.

UC IPM, University of California Integrated Pest Management Online. 2007. Tomato fertilization. 3 p. The Internet.

Van Iersel, M. 1997. Toctile conditioning increases water use by tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 122 (2): 285-289.

Vavrina, C. S., S. M. Olson, P. R. Gilreath, and M. L. Lamberts. 1996. Transplant depth influences tomato yield and maturity. HortScience 31 (2): 190-192.

Villavicencio, L. E., J. A. Bethke, and L. Corkidi. 2015. Effect of uniconazole on the control of plant height and fruit yield of potted tomato, pepper, and eggplant. HortTechnology 25 (4): 522-527.

Tigchelaar, E. C. 1986. Tomato breeding, pp. 135-171. In: M. J. Bassett (ed.). Breeding vegetable crops. Avi pub. Co. Inc., Westport Connecticut.

Van de Vooren, J., G. W. H. Welles, and G. Hayman. 1986. Glasshouse crop production, pp. 581-623. In: J. G. Atherton and J. Rudich (eds). The tomato crop. Chapman and Hall, London.

Warnock. S. J. 1973. Tomato development in California in relation to heat uint accumulation. HortScience 8: 487-488.

Warnock, S. J. 1991. Natural habitats of *Lycoperscion* species. HortScience 26: 466-471.

Watt. B. K. and A. L. Merrill. 1963. Composition of foods. U. S. Detp. Agric., Agric. Handbook No. 8. 190 p.

Weier, T. E., C. R. Stocking and M. G. Barbour. 1974. (5th ed.). Botany: an introduction to plant biology. John Wiley & Sons. N. Y. 693 pp.

Welty, N., C. Radovich, T. Meulia, and E. van der Knaap 2007. Inflorescence development in two tomato species. Can. J. Bot. 85: 111-118.

Wien, H. C. and P. L. Minotti. 1987. Growth, yield, and nutrient uptake of transplanted fresh-market tomatoes as affected by plastic mulch and initial nitrogen rate. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112: 759-763.

Wien, H. C. and P. L. Minotti. 1988. Response of fresh-market tomatoes to nitrogen fertilizer and plastic mulch in a short growing season. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113: 61-65.

Wien, H. C., P. L. Minnotti, and V. P. Grubinger. 1993. J. Amer. Soc. Hort. Sco. 113: 407-708.

Wilcox, G. E., G. C. Martin, and R. Langston. 1962. Root zone temperature and phosphorus treatment effects on tomato seedling growth in soil and nutrient solutions. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 80: 522-529.

Wills,R., B. McGlasson, D. Graham, and D. Joyce. 1998. Postharvest: an introduction to the plysiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals. CAB International, Wallingford, UK. 262 p.

Winsor, G. W. 1973. Nutrition. In: The UK manual. H. G. Kingham (ed.). Grower Books, London.

Winsor, G. and P. Adams. 1987. Diagnosis of mineral disorders in plants: Vol. 3. Glasshouse Crops. Her Majesty's Stationary Office, London. 169 p.

Wolfe, D. W., L. D. Albright, and J. Wyland. 1989. Modeling row cover effects on microclimate and yield: I. Growth response of tomato and cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114: 562-568.

Wright, J. R., J. C. Lingle, W. J. Flocker, and S. J. Leonard. 1962. The effects of irrigation and nitrogen fertilization treatments on the yield, maturation and quality of canning tomatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 81: 451-457.

Wyatt, J. E. 1998. Tomato transplant production using the float system and cupric hydroxide. HorTechnology 8 (3): 366-369.

Yoshihara, T. et al. 2016. N_2O emission from a tomato rockwool culture is highly responsive to photoirradiation conditions. Sci. Hort. 201: 318-328.

Yu, Y. M. et al. 1997. Fruit characteristics and quality of vine-ripened and room-ripened fruit in several cherry tomato cultivars. (In Korean with English summary). J. Korean Soc. Hort. Sci. 38 (5): 453-548. (c.a. Hort. Abstr. 68 (2): 1418; 1998).

Zahara, M. B. and R. W. Scheuerman. 1988. Hand-harvesting jointless vs jointed-stem tomatoes. Calif. Agric. 42 (3): 14.

صدَر للمؤلف

صدَر للمؤلف الكتب التالية:

أولاً: فى مجال أساسيات وتقنيات إنتاج وتداول الخضر

١- أساسيات إنتاج الخضر وتكنولوجيا الزراعات المكشوفة والمحمية (١٩٨٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٩٢٠ صحة.

٢- تكنولوجيا الزراعات المحمية (الصوبات) (١٩٩٠). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٣٥ صفحة.

٣- أساسيات إنتاج الخضر فى الأراضى الصحراوية (١٩٩٣). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢٨٥ صفحة.

٤- إنتاج وفسيولوجيا واعتماد بذور الخضر (١٩٩٤). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢٨٥ صفحة.

٥- أساسيات وفسيولوجيا الخضر (١٩٩٨). المكتبة الأكاديمية — ٥٩٦ صفحة.

٦- تكنولوجيا إنتاج الخضر (١٩٩٨). المكتبة الأكاديمية — ٦٢٥ صفحة.

٧- الأساليب الزراعة المتكاملة لمكافحة أمراض وآفات وحشائش الخضر (١٩٩٩). المكتبة الأكاديمية — ٥٨٦ صفحة.

٨- تكنولوجيا الزراعات المحمية (١٩٩٩). المكتبة الأكاديمية — ٥٣٥ صفحة.

٩- الممارسات الزراعية لمكافحة أمراض وآفات وحشائش الخضر: البدائل العلمية والعملية المتكاملة (٢٠١٠). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٧٨٣ صفحة.

١٠- تكنولوجيا وفسيولوجيا ما بعد حصاد الخضر الثمرية (٢٠١١). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٤٥٢ صفحة.

١١- تكنولوجيا وفسيولوجيا ما بعد حصاد الخضر غير الثمرية (٢٠١١). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٤٦٤ صفحة.

١٢- أصول الزراعة العضوية: ما لها وما عليها (٢٠١١). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٩٤ صفحة.

١٣- أصول الزراعة المحمية (٢٠١٢). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٨٣٦ صفحة.

١٤- أساسيات وتكنولوجيا إنتاج الخضر (٢٠١٥). دار الكتب العلمية والدار العربية للنشر والتوزيع، ومكتبة أوزوريس، والمكتبة الأكاديمية — ٩٦٨ صفحة.

١٥- تداول الحاصلات البستانية: تكنولوجيا وفسيولوجيا ما بعد الحصاد (٢٠١٥). دار الكتب العلمية، والدار العربية للنشر والتوزيع، ومكتبة أوزوريس ، والمكتبة الأكاديمية— ٥٤٨ صفحة.

١٦- الأهمية الغذائية والطبية للخضروات. (٢٠١٥). دار الكتب العلمية والدار العربية للنشر والتوزيع، ومكتبة أوزوريس، والمكتبة الأكاديمية — ٣٧٨ صفحة.

١٧- تسميد محاصيل الخضر (٢٠١٦). دار الكتب العلمية، والدار العربية للنشر والتوزيع، ومكتبة أوزوريس، والمكتبة الأكاديمية- ٦٩٣ صفحة.

١٨- عوامل الشد البيئى ووسائل الحد من أضرارها: الحلول التكنولوجية لتحديات ومعوقات إنتاج الخضر فى الظروف البيئية القاسية. الدار العربية للنشر والتوزيع — القاهرة — ٦٤٨ صفحة.

١٩- بدائل المبيدات لمكافحة أمراض وآفات الخضر. الدار العربية للنشر والتوزيع — القاهرة — ٤٨٩ صفحة.

ثانيًا: فى مجال إنتاج محاصيل الخضر

١- الطماطم (١٩٨٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٣١ صفحة.

٢- البطاطس (١٩٨٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ١٨٦ صفحة.

٣- البصل والثوم (١٩٨٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ١٩١ صفحة.

٤- القرعيات (١٩٨٩). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢٠٧ صفحات.

٥- الخضر الثمرية (١٩٨٩). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٠١ صفحة.

٦- الخضر الثانوية (١٩٨٩). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٩١ صفحة.

٧- الخضر الجذرية والساقية والورقية والزهرية (١٩٩٠). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٧٤ صفحة.

٨- إنتاج محاصيل الخضر (١٩٩١). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٧١٢ صفحة.

٩- إنتاج خضر المواسم الدافئة والحارة فى الأراضى الصحراوية (١٩٩٤). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢٨٨ صفحة.

١٠- إنتاج خضر المواسم المعتدلة والباردة فى الأراضى الصحراوية (١٩٩٤). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢٨٥ صفحة.

١١- الطماطم: تكنولوجيا الإنتاج، والفسيولوجى، والممارسات الزراعية، والحصاد والتخزين (١٩٩٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٥١١ صفحة.

١٢- الطماطم: الأمراض والآفات ومكافحتها (١٩٩٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢١٠ صفحات.

١٣- إنتاج البطاطس (١٩٩٩). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٤٤٦ صفحة.

١٤- إنتاج البصل والثوم (١٩٩٩). الدار العربية للنشر والتوزيع— ٣٧١ صفحة.

١٥- القرعيات: تكنولوجيا الإنتاج، والفسيولوجى، والممارسات الزراعية، والحصاد والتخزين (٢٠٠٠). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٤٩٨ صفحة.

١٦- القرعيات: الأمراض والآفات ومكافحتها (٢٠٠٠). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٣٠ صفحة.

١٧- إنتاج الفلفل والباذنجان (٢٠٠١). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٣٦ صفحة.

١٨- إنتاج الخضر البقولية (٢٠٠١). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٢٤ صفحة.

١٩- إنتاج الفراولة (٢٠٠٢). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٨٨ صفحة.

٢٠- إنتاج الخضر الكرنبية والرمرامية (٢٠٠٣). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٢٧ صفحة.

٢١- إنتاج الخضر الخيمية والعليقية والقلقاسية (٢٠٠٣). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣١٥ صفحة.

٢٢- إنتاج الخضر المركبة والخبازية والقلقاسية (٢٠٠٣). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٠٠ صفحة.

٢٣- إنتاج الخضر الثانوية وغير التقليدية — الجزء الأول (٢٠٠٤). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٠٤ صفحات.

٢٤- إنتاج الخضر الثانوية وغير التقليدية — الجزء الثانى (٢٠٠٤). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٠٠ صفحة.

٢٥- إنتاج الخضر الثانوية وغير التقليدية — الجزء الثالث (٢٠٠٤). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٤٢٤ صفحة.

ثالثًا: فى مجال تربية النبات

١- أساسيات تربية النبات (١٩٩١). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٦٨٢ صفحة.

٢- تربية محاصيل الخضر (١٩٩٢). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٨٠٠ صفحة.

٣- تربية النباتات لمقاومة الأمراض والآفات (١٩٩٣). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٧٨ صفحة.

٤- الأساس الفسيولوجى للتحسين الوراثى فى النباتات: التربية لزيادة الكفاءة الإنتاجية وتحمل الظروف البيئية القاسية (١٩٩٥). المكتبة الأكاديمية — ٣٢٨ صفحة.

٥- الأسس العامة لتربية النبات (٢٠٠٥). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٤٧٧ صفحة.

٦- طرق تربية النبات (٢٠٠٥). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٩٣ صفحة.

٧- تحسين الصفات الكمية: الإحصاء البيولوجى وتطبيقاته فى برامج تربية النبات (٢٠٠٥). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢٥١ صفحة.

٨- التكنولوجيا الحيوية وتربية النبات (٢٠٠٧). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٧٨٣ صفحة.

٩- تطبيقات تربية النبات فى مكافحة الأمراض والآفات (٢٠٠٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٥٨٥ صفحة.

١٠- تربية النبات لتحمل الظروف البيئية القاسية (٢٠١٢). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٥٤٤ صفحة.

١١- مبادئ تربية محاصيل الخضر (٢٠١٧). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢٥٧.

١٢- أساسيات تربية الطماطم (٢٠١٧). الدار العربية للنشر والتوزيع — ١٨٠ صفحة.

١٣- تربية الطماطم لتحسين المحصول وصفات الجودة (٢٠١٧) . الدار العربية للنشر والتوزيع — ١٤٤ صفحة.

١٤- تربية الطماطم لتحمل الظروف البيئية القاسية (٢٠١٧). الدار العربية للنشر والتوزيع — ١٦٠ صفحة.

١٥- تربية الطماطم لمقاومة الأمراض والآفات (٢٠١٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — القاهرة — ٣٠٣ صفحات.

رابعًا: فى مجال أصول البحث العلمى والكتابة العلمية

١- أصول البحث العلمى — الجزء الأول: المنهج العلمى وأساليب كتابة البحوث والرسائل العلمية (١٩٩٦). المكتبة الأكاديمية — ٤١٧ صفحة.

٢- أصول البحث العلمى — الجزء الثانى: إعداد وكتابة ونشر البحوث والرسائل العلمية (١٩٩٦). المكتبة الأكاديمية — ٢٧٣ صفحة.

٣- أصول إعداد ونشر البحوث والرسائل العلمية (٢٠٠٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٧٧٠ صفحة.